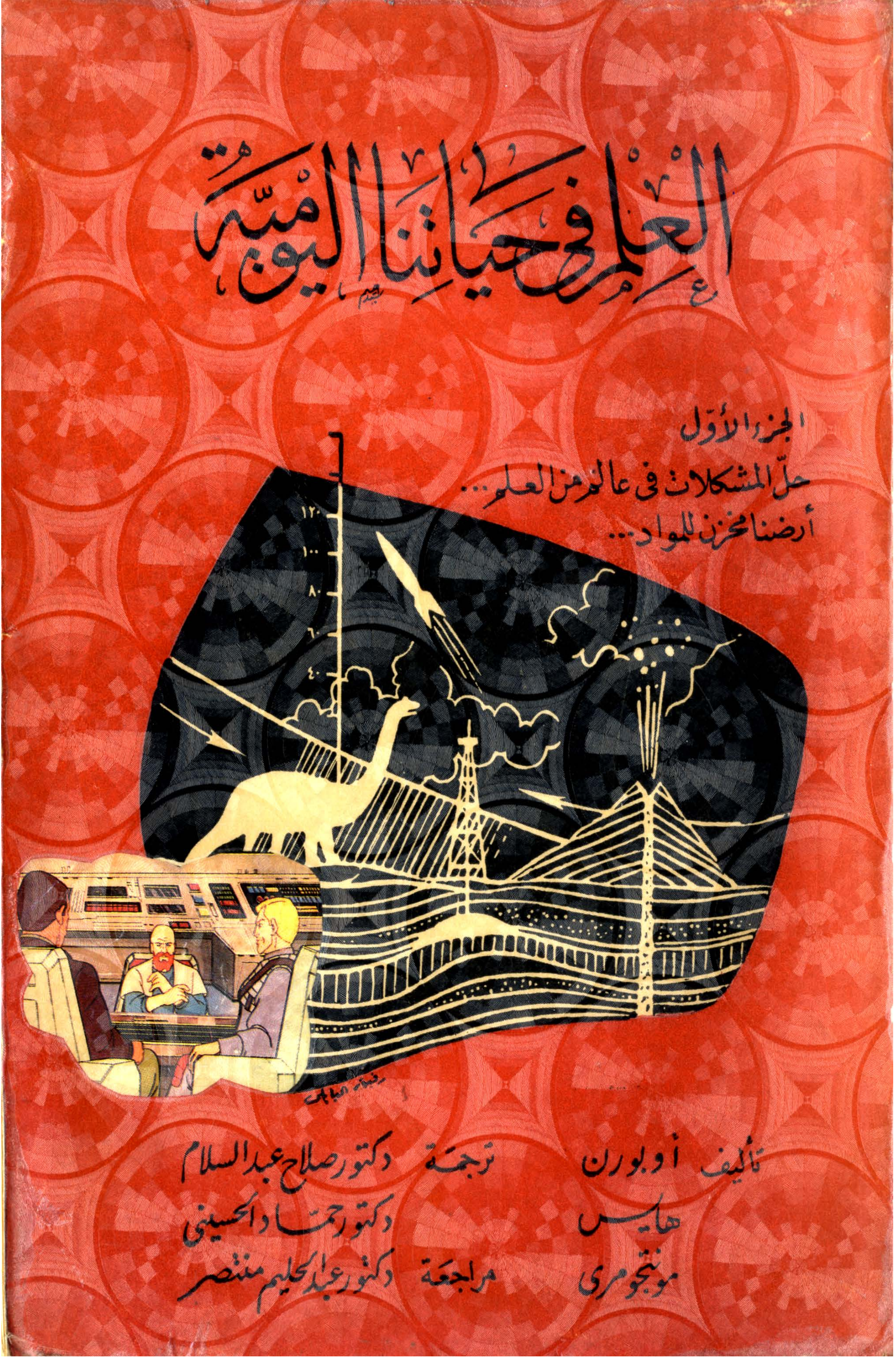


العلم في حياتنا اليومية
الجزء الأول
حل المشكلات في عالم من العلم...
أرضنا مخزن للمواد...
تأليف أوبورن
هايس
مونتجومري
ترجمة دكتور صلاح عبد السلام
دكتور رحمتاد الحسيني
مراجعة دكتور عبد الحليم منتصر

هذا الكتاب

« ... سيرى القارىء فى هذا الكتاب الذى نقدم له ، كيف خطا العلم بالانسان هذه الخطى الواسعة ، وكيف يسر أسباب الحياة ، وسخر قوى الطبيعة وكيف درج بالانسان فى مدارج الرقى والقوة والدعة ، وكيف بدل بؤسه نعمة ، وشقاءه سعادة ، وضعفه قوة ، ومرضه صحة . لقد طرق مؤلفو الكتاب مختلف الميـــادين التى غزاها العلم ووفق الى فتح مغاليقهـا وكشف حجبها ، فلم يتركوا أثرا من آثار العلم فى حياتنـا الا تتبعـوه فى سـهولة ويسر . فهنا العلم يقرع باب الأمراض فى عنف وقوة ، وانه ليجند لها واحدا بعد الآخر ، فمن تيفوس ، الى تيفود ، الى جدرى ، الى طواعين وأوبئة ، كانت تعصف بالانسان عصفا ، فاذا بالعـلم يؤمن الانســان حيالها ، ويكشف الأمصال التى تحميه من أخطارها ، وهناك يغزو العلم ميادين اللدائن والعجائن والنيلون ، ثم انه ليرتاد ميدان الآلات الكهربية والألكترونية فيأتى فيها بكل عجيب بديع ؛ فهذه ثلاجات ، وغسـالات ، ومواقد ، ومكانس . وفى الزراعة جرارات ومحاريث . وفى ميدان الانتقال ، من دراجة بخارية الى سيارة ، وقطار ، وطيارة ، وصاروخ . ومن تليفون وتلغراف الى راديو وتليفزيون وسينما .. » .

من مقدمة الدكتور عبد الحليم منتصر

كتاب لابد أن يقرأ

نشر بالإشتراك مع
مؤسسة فرانكلين للطباعة والنشر
القاهرة — نيويورك

العلم فى حياتنا اليومية

الجزء الأول

تأليف : إ . أدبورن

إ . هيس

ج . مونتجري

ترجمة : الدكتور احمد حماد الحسينى

الدكتور صلاح الدين عبد السلام

مراجعة : الدكتور عبد الحليم منتصر

الناشر : مكتبة النهضة المصرية

هذه الترجمة مرخص بها ، وقد قامت مؤسسة فرانكلين للطباعة والنشر
بشراء حق الترجمة من صاحب هذا الحق .

This is an authorized translation of "SCIENCE IN EVERYDAY LIFE" by Ellsworth S. Obourn, Elwood D. Heise, and Gaylord C. Montgomery. (Part 1). Copyright, 1953, by D. Van Nostrand Company, Inc. Published by D. Van Nostrand Company, Inc., New York.

محتويات الكتاب

صفحة

صفحة

المجموعة الرابعة

كيف يجعل العلم عالمنا صغيرا

العلم والحياة

للدكتور عبد الحليم منتصر

لقد غدا العلم قوة دافعة للحياة ، وأصبح ضرورة لا معدى عنها ، لا محيص من الاستفادة من آثاره ، سواء كانت هذه الفائدة مباشرة أم غير مباشرة ، بل انه ليؤثر فى حياة بنى البشر جميعاً ، ألست ترى كيف بدل حياة الإنسان من حال إلى حال ، نقله من حياة بدائية كان يحياها قبل التاريخ إلى حياة مترفة ناعمة فى العصر الحاضر ، فأين إنسان الكهف والغابة من إنسان الذرة والمذياع والطائرة ؟ بل أين الإنسان الذى كانت تسيطر عليه الطبيعة ، من إنسان القرن العشرين ، الذى أدان قواها له ، وسيطر على طاقاتها ، وسخر إمكانياتها .

لقد محت آية العلم ظلام الجهالة التى كان يعيش فيها الإنسان ، كان يؤمن بالخرافات ويخشى ظواهر الطبيعة من كسوف أو خسوف ، أو ريح عاصفة، فهذه روح شريرة سببت الأمراض، وهذه زلزلة أرضية، أو زوبعة رملية جلبت الشر والضر ، لقد أصبح الإنسان يؤمن بالعلم وسيلة للرقى والحضارة ، فجعل حياته سهلة ، أليس يتقى زمهرير الشتاء وبرده القارس ، بآلات التدفئة فى المنزل ؟ وانه ليتقى حمارة القيظ ، وحرارة الصيف بآلات تكييف الهواء فى المنزل نفسه . أليس يركب الطائرة النفاثة لتنقله من أقصى الأرض إلى أقصاها فى ساعات ، وانه ليعبر بها أجواء الفضاء بهذه السرعة الهائلة ، وقد تحكم فى الضغط والحرارة كما تحكم فى السرعة ، فهو بداخلها لا يعترف باختلاف الأجواء والضغوط ، كما أنه ألغى المسافات وعبر المحيطات، وطار فوق القارات، وارتفع فوق قنن الجبال الشواهق. وانه ليتحدث

من أى ركن من أركان الأرض ليسمع فى ركنها المقابل ، فيسمع صوته بالتليفون أو المذياع وينقل رسمه بالتليفزيون ، وكذلك يسمع ويرى وهو على بعد آلاف الأميال . وهكذا بدا العالم الذى كان كبيراً واسعاً لا يكاد يحده خيال الإنسان ، أصبح فى نظر الإنسان نفسه ضئيلا صغيراً ، حتى رنا ببصره إلى الكواكب الأخرى يريد أن يغزوها ، ومن يدرى فلعله قادر يوماً على أن يحقق هذا الحلم فيبلغ أقربها منالا وهو القمر ، ولعله ينشىء هناك حضارات كالتى أنشأها على الأرض ، ولا شك أنه سيبدأ من حيث انتهى ، فيفيد من الخبرات التى اكتسبها على مر الحقب ، ويتابع هذا النشاط العلمى الفذ ، الذى قفز بالإنسانية قفزات رائعة ، وسجل للإنسان مجداً ما كان ليبلغه لو لم يتخذ العلم وسيلته .

وسيرى القارىء فى هذا الكتاب الذى نقدم له ، كيف خطا العلم بالإنسان هذه الخطى الواسعة ، وكيف يسر أسباب الحياة ، وسخر قوى الطبيعة وكيف درج بالإنسان فى مدارج الرقى والقوة والدعة ، وكيف بدل بؤسه نعمة ، وشقاءه سعادة ، وضعفه قوة ، ومرضه صحة ، لقد طرق مؤلفو الكتاب مختلف الميادين التى غزاها العلم ووفق إلى فتح مغاليقها وكشف حجبها ، فلم يتركوا أثراً من آثار العلم فى حياتنا إلا تتبعوه فى سهولة ويسر ، فهنا العلم يقرع باب الأمراض فى عنف وقوة وانه ليجند لها واحداً بعد الآخر ، فمن تيفوس إلى تيفود إلى جدرى إلى طواعين وأوبئة كانت تعصف بالإنسان عصفاً ، فاذا بالعلم يؤمن الإنسان حيالها ، ويكشف الأمصال التى تحميه من أخطارها ، وهناك يغزو العلم ميادين اللدائن والعجائن والنيلون ، ثم إنه ليرتاد ميدان الآلات الكهربية والألكترونية فيأتى بها بكل عجيب مبدع ؛ فهذه ثلاجات وغسالات ومواقد ومكانس وفى الزراعة جرارات ومحاريث ، وفى ميدان الانتقال ، من دراجة بخارية إلى سيارة وقطار وطيارة وصاروخ ومن تليفون وتلغراف إلى راديو وتليفزيون وسينما .

ويعالج الكتاب الظواهر الطبيعية المختلفة ، يشرح للقارىء تركيب

الهواء والماء ويفسر معنى الضغط ، وماهية الاشتغال ، ثم يتكلم عن الصور المختلفة للماء من جليد صلب ، إلى ماء سائل ، ثم بخار غازى ، كيف تتحول صورة إلى أخرى وكيف تحول طاقة المياه الساقطة إلى طاقات كهربية وحرارية وضوئية وكيموية وميكانيكية . ثم ينتقل إلى أهمية دراسة الطقس والمناخ ، وكيف يجرى التكهن بالطقس ، وكيف تهب الرياح وما فوائد الخرائط الجوية وما هى الصور الشائعة للسحب والرياح والعواصف . وثمة باب عن الأرض كم يبلغ عمرها ، وما عوامل التحات والتعرية فيها ، وما هى القوى المختلفة التى تعمل فيها وتؤثر فى كيانها من زلازل وبراكين ، وما هى المعادن التى نحصل عليها من الأرض وما أنواع الوقود التى يزخر بها باطن الأرض من فحم وبترول وما إليه . وانه ليشرح كيف نحصل على الحرارة وكيف نقيسها وكيف نتحكم فيها ، ثم يعالج الضوء والعدسات وتوزيع الأضواء والألوان والطيف . ثم الكهرباء وكيف نقيس شدة التيار وكيف نحصل على الكهرباء من طاقة كيموية وبطاريات ومولدات ، ويشرح التوصيل على التوالى والتوازى ووحدة التيار وفرق الجهد والقوة الدافعة الكهربية . وانه ليعرض لقوانين الحركة لنيوتن ، ويتكلم عن الآلات والروافع ويشرح أجهزة التشحيم والتبريد وآلات الديزل والآلات البخارية والتربينات ويبين طريقة عملها وكذلك يعالج موضوع الصوت ، وطرائق انتقاله ، كيف نسمع عن طريق الأذن والآلات الموسيقية من وترية وهوائية وقارعة ، كيف نتحكم فى درجة النغمة الموسيقية وكيف نسجل الأصوات على أسطوانات أو على سلك أو شريط أو مغناطيس أو فيلم سينمائى . ثم يشرح طريقة عمل التلغراف والتليفون والراديو والتلفزيون . ثم يتكلم عن وسائل الانتقال براً وبحراً وجواً فيشرح أجزاء السيارة وكيفية عمل كل جزء ، كيف نغير السرعة والاتجاه — ما هى مصادر الطاقة فى السفن من تربينات بخارية وآلات ديزل وموتورات كهربية — حتى أنواع الطائرات من نفاثة وهليكوبتر وغيرها ، كل ذلك يعالجه الكتاب بطريقة أخاذة سهلة مبسطة ، قريبة إلى فهم المثقف العادى

خالية من تعقيد المصطلحات الفنية . وفى باب آخر يعالج الكتاب الشمس والمجموعة الشمسية ، كيف تنتشر هذه الأجرام السماوية فى الفضاء ، كيف تدور فى أفلاكها ، ما هى الكواكب وما هى النجوم وما هو السديم . ما هى المذنبات ، والنيازك والشهب ، وما الذى نعرفه عن القمر ، كيف يكشف الفلكيون هذه الأجرام السماوية ، كيف يرصدونها ، كيف نتابع الفصول على مدار السنة ، وكيف يقاس الزمن وكيف تعمل أجهزة الرصد فى البحر والجو . ثم ينتقل بك الكتاب إلى عالم الكائنات الحية ، فيعرض لحياة النبات والحيوان ، وكيف يفيد الإنسان منها ، وكيف تنمو وتتكاثر وتنتشر على سطح الأرض . وفى ميدان التغذية يشرح الكتاب ، أهمية الغذاء وأنواعه وألوانه وطاقته والطرق الصحية للاعداد والحفظ والهضم وانه ليعالج كذلك أسباب الأمراض وطرائق انتشارها ، ووسائل الوقاية منها والسيطرة عليها . وثمة عرض رائع لعملية تكرير المياه وأهمية الحصول على الماء النقى وتوصيله إلى السكان فى المدن والقرى ثم يتكلم عن أهمية المحافظة على الطبيعة والغابات والتربة ومصادر الطاقة ومنابع الثروة ، ويختم الكتاب بفصول ممتعة عن موضوع العصر : موضوع الذرة والإشعاع واستخدام الطاقة الذرية فى الأغراض السلمية .

كل هذه المعرفة المنوعة ، يعرضها هذا الكتاب بطريقة فيها كثير من الإمتاع مزدانة بالصور والرسوم حتى لينسى القارىء أنه إنما يعرض لأعوص المسائل العلمية ، ومشاكل الساعة ، ولكن مؤلفى الكتاب وقد توخوا الأمانة والدقة مع السهولة والوضوح إنما أهدوا إلى قرائهم تحفة علمية رائعة ، وأشهد أن مترجمى الكتاب قد بذلا جهداً مشكوراً ليحافظا على مستوى هذه الهدية ، وينقلا إلى قراء العربية هذه المعلومات العلمية الدقيقة .

وبعد فتلك تحفة علمية رائعة ، من الخير أن نسجل شكرنا للمؤسسة التى نهضت بإخراجها على هذه الصورة البارعة وهى التى أسهمت فى حمل مشعل الثقافة العلمية ، ليسطع نوره الوضاء فى كل الآفاق ، وقربت مناهل الثقافة لمن شاء وردها من قراء العربية والناطقين بالضاد .

المجموعة الأولى

حل المشكلات في عالم من العلم

١ ـ دنيا العلم التى نعيش فيها

نظرة إلى الأمام

إنك تجد العلم دائماً فى الصحف ، فاقرأ عناوين الصحف لتدرك بسهولة أننا نعيش فى دنيا مدهشة من العلم ، فقد خلق لنا العلم دنيا عظيمة ، ففى أية لحظة من اليوم تستطيع أن تدير المذياع (الراديو) لتصغى لنشرة الأخبار ، أو لخبر رياضى ، أو لبرنامج موسيقى ممتع . ويعيننا التليفزيون على رؤية أشياء تجرى وتحدث بعيداً عنا بمئات الأميال . ولا يكاد يمر يوم دون أن نسمع أو نقرأ عن أشياء مثل الرادار والطاقة الذرية والتليفزيون الملون والقنابل الهيدروجينية والطيارات النفاثة و« العقاقير العجيبة » ، فهذه كلها عناوين الصفحة الأولى فى الصحف التى تصدر فى دنيا العلم التى نعيش فيها الآن ، كما أنها الحوادث الأولى فى دراما الحياة التى لا تقف أبداً بل تتقدم إلى الأمام بفضل العلم .

ولكن العلم أقرب لنا جميعاً فى نواح كثيرة من عناوين الصحف ، ذلك أن تأثيره موجود أبداً ، يحفظنا أصحاء وفى أمن ، ويعيننا على الاستمتاع بأوقات فراغنا ، وينقلنا من مكان لآخر ، ويخلق لنا أعمالا جديدة ، ومواد للصناعة جديدة أيضاً ، ويجعل الحياة داخل الدور وخارجها أكثر احتمالا ، يتنبأ بالجو ويعمل على تحسين السلع التى نستعملها . نعم ، إن العلم ليلمس حياتنا فى مواضع متعددة حتى إنه لا تكاد تمر لحظة واحدة دون أن نتحرر من نفوذه .

ولكى تكون دنيا العلم هذه ممكنة فقد آلى كثير من الرجال على أنفسهم حل المشكلات خلال قرون خلت ، فلويس باستير اكتشف الجراثيم التى تسبب كثيراً من الأمراض ، كما أن ميكايل فاراداى اكتشف إمكان استنباط الكهربا من مغناطيس ولفة من سلك ، ولقد استطاع توماس أديسون أن يطبق

اكتشاف فاراداى عملياً ، كما أن ألكسندر جراهام بل اخترع التليفون ، كما اكتشف السير ألكسندر فليمنج البنسلين ؛ وهكذا اكتشف آلاف من العلماء غير هؤلاء أشياء تجعل حياتنا أكثر دعة ومتعة ؛ وعلى هذا ينبغى لكل فتى وفتاة أن يعرف عن هذا الموضوع الهام – العلم – الذى يلعب ذلك الدور الهام فى حياتنا اليومية .

وسوف يصلح هذا الكتاب كدليل ، فهو بمثابة مفتاح يفتح لك أبواباً كثيرة مغلقة دونك ، فيتيح لك الكشف عما وراءها ، ولكنه لن يعلمك كل شىء عن العلم ، فليس هناك كتاب واحد يمكن أن يتضمن كل ما يجب أن يعرف ، ولكن هناك حقيقة هامة ؛ ألا وهى أن أى شىء تستعمله من أبواب العلم سوف يكون تجربة مثيرة تبهجك .

١
دنيا العالم التي نعيش فيها

المسائل التى سوف نعالجها

١ — لماذا كانت دراسة العلم هامة بالنسبة لك ؟
٢ — كيف يحل العالم مسائله ؟
٣ — كيف تصبح حلال مسائل ناجحاً ؟
٤ — ما هى الأدوات التى تعين العالم على حل مسائله ؟

المسألة الأولى — لماذا كانت دراسة العلم هامة بالنسبة لك ؟

إن الدنيا التى نعيش فيها إنما هى دنيا العلم . فتأمل لحظة فى الكلمات الجديدة التى تظهر كل يوم تقريباً فى الصحف ، وتستمع إليهـا من الراديو وفى الأشرطة الأخبارية وحتى فى التمثيليات الكوميدية ، فكلمات مثـل الطاقة الذرية والألكترونات والقنبلة الهيدروجينية والبلوتونيوم والنيلون واللدائن والبنسلين والستر بتوميسين قد أصبحت مألوفة ، وأنت ربما لا تعرف معنى كل هذه الكلمات ، ولكن لا شك أنك قد سمعت بكثير منها ، فهى تقص عليك قصة تقدم العلم السريع وكيف أن العلم يؤثر فى حياتنا اليومية . وسوف تتعلم من ذلك الأسباب التى تحتم على كل فتى وفتاة تحصيل العلم .

العلم يساعدنا على أن نعيش دون عناء

نحن لا يمكننا أن نستمتع حقيقة بالحياة إلا إذا كنا نتمتع بصحة جيدة . فقد دأب العلم منذ سنين طويلة على مكافحة الأمراض . ففى العصور القديمة كان يهلك ألوف من الناس كل عام من أمراض لا تكاد تعرف اليوم . فكثير من هذه الأمراض قد قضى عليها العلماء ، ذلك أن نسبة الوفيات من أمراض

كالجدرى والسل والدفتيريا والتيفود قد تناقصت كثيراً لأن العلماء قد اكتشفوا أولا أسباب تلك الأمراض ثم تعلموا طرق الوقاية منها وعلاجها فيما بعد. واليوم نرى الكفاح ضد السرطان وشلل الأطفال وأمراض أخرى على أشده، وربما قضى على هذه الأمراض خلال سنين قليلة، كما أن العلم قد أطال عدد السنين التي ينتظر أن نعيشها. فالطفل الذى يولد اليوم من المحتمل جداً أن يعيش خمسة وستين عاماً، ولم يكن منـــذ أمد غير بعيد ينتظر أن يعيش أكثر من خمسة وأربعين عاماً فقط.

العلم يساعدنا على الانتاج وتوزيع الأشـياء الكثيرة التى نستعملها

ألم تعجب أحياناً وأنت تمر بين معروضات أحد المتاجر من كثرة تنوع المنتجات المصنوعة من اللدائن (البلاستيك)؟ إن اللدائن لم تكن معروفة منذ سنين قليلة مضت، ولكن العلماء اكتشفوا كيف يصنعونها، واليوم تصنع منها أدوات كثيرة مفيدة. وفى محل البدال (البقالة) نستطيع أن نشترى الخضر والفواكه المثلجة، وذلك أن تلك الفواكه والخضر قد جمعت بعد نضجها من الحقول ثم ثلجت بسرعة ونقلت إلى الأسواق بالطيارات أحياناً. فالفراولة التى تجمع من ولاية لويزيانا اليوم مثلا قد تعرض للبيع فى محلات نيويورك وشيكاغو غداً.

ومنذ خمسين عاماً كانت معظم ملابسنا تصنع من ألياف طبيعية من الصوف والقطن والكتان والحرير. فالصوف يحصل عليه من الحيوانات، والقطن والكتان من النباتات، والحرير من ديدان القز. ولا تزال تلك الألياف تستعمل حتى اليوم، ولكن مواد جديدة كثيرة، مثل الرايون والنيلون والأرلون، تأتى لنا من أنبوبة اختبار الكيموى، فقد استطاع الكيموى أن يصنع الأرلون من لب الخشب، والنيلون من الفحم والهواء والماء. وما هذه سوى أمثلة قليلة لمواد جديدة أنتجها العلم لنا.

العلم ييسر أشغال العالم

ألق نظرة على منزلك والحظ الوسائل الكثيرة التى توفر الأيدى العاملة والتى تستخدمها كل يوم . ربما كانت لدى والدتك فى المنزل غسالة أوتوماتيكية حديثة ، وربما تكوى الملابس وهى جالسة على كرسى مريح . وتوجد فى كثير من المنازل مكانس كهربية وغسالات أطباق كهربية ، وخلاطات للطعام ومطاحن آلية تعفى ربات البيوت من كثير من عناء العمل المنزلى المضنى . وهناك أيضاً مواقد بالكهربا أو الغاز توضع فيها وجبات الطعام ، ومن ثم تترك ليتم طهوها دون حاجة إلى مراقبتها . ذلك أن الموقد يقف آلياً عندما يتم نضج الطعام .

كما شاعت ثورة فى عمل الفلاح بفضل العلم ، فالجرار الآن يقوم بعمل عدة خيول ، ففى كثير من المزارع توجد آلات للحلب وثلاجات كهربية ليحفظ اللبن فيها طازجاً ، كما أن العلم قد أعان الفلاح على تحسين محصولاته وعلى اكتشاف أحسن الوسائل التى تجعل التربة خصبة . وإنك إن حاولت أن تحش الحشائش لأدركت على التو كم من الأيدى العاملة والوقت تستطيع آلة حش الحشائش توفيرهما .

العلم قد يساعدك على أن تكون مستهلكا معقولا

إنك تشترى طول حياتك بعضاً من سلع العالم ، أى إنك مستهلك ، ومعظم الأشياء التى تحتاج إليها أو تستعملها لا بد لك أن تشتريها ، ومن ثم ينبغى لك أن تصرف نقودك بحكمة كى تستفيد منها إلى أقصى حد ممكن . والدراسة العلمية سوف تعينك على أن تكون مشترياً حريصاً ومنفقاً للمال فى حرص أيضاً . فالبيانات المدونة على علب المأكولات المحفوظة تخبرك بأشياء كثيرة ينبغى لك أن تعرفها قبل الشراء ، مثلا إذا كانت هناك مواد كيموية قد أضيفت إلى محتويات العلبة أو اللفافة لحفظها أو تلوينها ، فأحياناً توضع بيانات خاطئة على بعض الأغذية المحفوظة ، وعلى ذلك ينبغى أن تعرف ما أنت مشتريه .

العلم يساعدك على وقاية موارد العالم

عندما وفد الأسلاف الأولون إلى أمريكا كانت موارد الخشب والحياة البرية والتربة والماء والوقود والمعادن على حالتها البكر الأولى لم تكد تمس ، وقد بدا

كأن تلك المواد لا تنفد أبداً ، ولكن فى عصرنا الحاضر بدأ بعض منها يشح ، فمناطق الغابات قد تناقصت كثيراً نتيجة الاستعمال السيىء للأخشاب منها أو نتيجة للحرائق التى تشب فيها ، كما أن كثيراً من التربة السطحية الثمينة قد اكتسحت أوأزيلت، هذا إلى أن كثيراً من وقودنا الطبيعى قد استهلك ، كما أن مواردنا من بعض المعادن قد باتت فى خطر من النفاد .

ويمكن المحافظة على بعض تلك الموارد إذا أحسن التصرف والإدارة فيها ، بينما أن البعض الآخر كالفحم والبترول والغاز وبعض المعادن الأخرى تنتهى إذا ما استهلكت ، وينبغى لكل فتى وفتاة أن يتعلم المبادىء الأساسية للوقاية والادخار ، وبهذا يساعد فى وقاية مواردنا الطبيعية وحفظها والامتناع عن استهلاكها عبثاً .

العلم يساعدك على الاستمتاع بوقت فراغك

إن جميع الوسائل التى تستخدمها فى مبارياتك وألعابك الرياضية إنما أنتجها العلم، فمضارب التنس وكراته والبازبول ومضارب الجولف وكرات القدم ، وكرات السلة وغيرها من أدوات الرياضيين إنما أنتجتها آلات ووسائل ما كانت لتتم إلا بالعلم . وربما تستطيع أن تفكر فى كثير غيرها .

وربما خطر لك أن تصور أو أن تجمع صخوراً أو أوراقاً من نباتات أو حشرات ، فلكثير من الشباب هوايات علمية ، كما أن كثيراً منهم جمع التسجيلات الصوتية وأنى لهؤلاء أن يشبعوا هوايتهم هـذه إذا كان جهاز التسجيل أو الاسطوانات نفسها لم يكن العلم قد أوجدها .

وكثير منا يجد لذة ومتعة فى الاستماع إلى الراديو أو مشاهدة التليفزيون ، وقد كنا قديماً نترك منازلنا لنستمع إلى سمفونية أوللتفرج على مباراة كرة القدم أو لمشاهدة مسرحية ، أما الآن فان الكثيرين منا يستطيعون أن يشبعوا أنفسهم من هذه التسلية وهم هانئون مستريحون فى بيوتهم ، والفضل فى ذلك كله إنما يرجع للعلم الذى أنتج الراديو والتليفزيون .

العلم يجعل حياتك مريحة داخل المنزل

كثير من منازلنا تضاء بالكهربا ، ولقد حدثت تحسينات كثيرة فى الإضاءة على مر العصور ، حتى وصلنا الآن إلى استحداث الضوء الفلوريسى المريح للعين نظراً لأنه خال من التوهج فيكاد يكون كضوء النهار .

والحياة داخل المنزل إبان الشتاء ممتعة بفضل وسائل التدفئة الكثيرة التى أنتجها العلم ، وشعورك بالدفء داخل المنزل عندما يكون الطقس بارداً دليل على أنك تنعم بصحة أجود . ولقد أصبحت التدفئة فى كثير من الدور أوتوماتيكية ، فاذا ما كان البترول أو الغاز يستخدم وقوداً ، فان الموقد لن يحتاج إلا لعناية قليلة أو لا يحتاجها أبداً طيلة فصل الشتاء ، وذلك أن درجة الحرارة فى المنزل إذا ما انخفضت فان هناك ضابطاً للحرارة (ترموستات) يدير الموقد ، بينما إذا ما ارتفعت درجة الحرارة إلى حد معلوم انطفأ الموقد أوتوماتيكياً .

أما فى الصيف فإننا نجد فى كثير من المبانى العامة وبعض المنازل تكييفاً للهواء ، فهى تبرد أوتوماتيكياً إلى درجة حرارة يرتاح لها الجسم . ومع زيادة فى تحسين أجهزة تكييف الهواء ، فمن المحتمل استعمالها فى منازل أكثر ، وإذا كان العلم لا يمدنا إلا بالضوء والحرارة فقط فيكفيه ذلك دوراً هاماً يلعبه فى جعل حياتنا أكثر دعة ، ولكن العلم يسهم كثيراً فى مدنيتنا ومستوى معيشتنا كما سوف تعرف حالا .

العلم يجعل العالم يبدو أصغر مما هو

لا شك أنك بوساطة الدراجة (البسيكليت) أو الدراجة البخارية تستطيع أن تصل إلى مكان ما بسهولة وسرعة أكثر مما لو قطعت المسافة مشياً على قدميك . ولقد استطاعت السيارة وقطار الديزل والطيارة أن تقرب بين أرجاء الدنيا من حيث الزمن . والطيارات النفاثة الآن تنتقل بنا فوق الأرض والمحيطات بسرعة أكثر كثيراً ، ويعتقد بعض العلماء أنه ستستخدم فى المستقبل سفن للنقل تسير بقوة الصاروخ .

ويمكنك أن تجلس فى منزلك ، وفى لحظات تتحدث بالتليفون مع شخص فى لندن أو روما أوبونس ايريس ، وإذا كنت فى سفينة فى المحيط فيمكنك أن تتحدث بالتليفون مع أى مكان على الشاطىء ؛ كما أن الراديو والتليفزيون يقربانا من الحوادث التى تجرى فى أرجاء بعيدة من الدنيا ، وكذلك استطاع العلم أن يجعل الدنيا تبدو أصغر كثيراً مما كانت تبدو عليه لآبائنا منذ مائة سنة خلت .

العلم يستطيع ان يغير طرق تفكيرك

قبل أن يتبوأ العلم مكانته الهامة فى ميدان المعرفة ، كان الناس يخافون من أشياء كثيرة مثل النجوم ذات الذنب والكسوف والخسوف والعواصف ، وكانوا يعتقدون أن المرض سببه الأرواح الشريرة ، كما كانوا يخشون ظاهرة طبيعية كزلزال أو زوبعة أن تكون نتيجة غضب إلـه ساخط ، ولقد استطاع العالم بعد سنين طويلة من الملاحظة والاكتشاف المتسمين بالصبر أن يزيل تلك المخاوف تدريجياً وذلك بأن يقدم تفسيراً لتلك الظواهر الطبيعية ، فليس ثمة أعذار للخرافات .

هل تعتقد أن الناس يؤمنون الآن بالخرافات ؟ إذا كنت تعتقد أنه لا يوجد أحد فى عصر العلم يعتقد فى الخرافات فأنت مخطىء ، ذلك أن كثيراً من الناس يستشيرون منجماً أو وسيطاً قبل القيام برحلة أو الإقدام على عمل جديد ، وربما تعرف أحداً يتردد على العرافين .

وربما قد ترامى إلى سمعك عن فلاحين لا يزرعون محصولات معينة إلا عندما يكتمل القمر بدراً أو أن يلجأوا إلى التقاويم ليعرفوا أنسب الأوقات لزراعة بعض محصولات الحدائق . ويحاول كثير من الناس عدم كسر مرآة ، أو أن يجعلوا قطة سوداء تمر من أمامهم أو أن يمشوا تحت سلم « نقالى » . وتحذف بعض الفنادق رقم ١٣ من أرقام طوابقها ، ذلك لأن بعضاً من النزلاء قد يرفضون غرفة فى الطابق الثالث عشر ، فهل يمكنك أن تقول إن شخصاً ذا روح علمية يؤمن بالخرافات ؟

وسوف تتعلم فى المسألة التالية كيف يحل العالم مسائله ، كما تتعلم قليلا عن المنحى العلمى .

اختبر معلوماتك

١ – اكتب كشفاً بالطرق التى أثر العلم بها على حياتك فى هذا الصباح منذ أن استيقظت حتى وصلت إلى المدرسة .

٢ – ناقش أهمية العلم فى المحافظة على الصحة وتحسينها .

٣ – كيف يساعدك العلم ، ويساعد الآخرين ، على المحافظة على سلامتكم ؟

٤ – ناقش الطرق التى جعل العلم بها عمل هؤلاء أكثر سهولة : والدتك – الفلاح – الأسكاف – السباك – البدال .

٥ – ناقش الطرق التى يجعل العلم بها منك مستهلكاً فطناً .

٦ – سم بعضاً من الأشياء التى تستعمل اليوم كثيراً ، ولم تكن معروفة منذ خمسين سنة .

٧ – كيف أثر العلم فى نزهتك ؟

٨ – كيف يساعدك العلم على الاستمتاع بوقت فراغك ؟

٩ – إلى أى الحدود جعل العلم الدنيا تبدو أصغر مما هى ؟

١٠– لماذا تظن أن الناس يعتقدون فى الخرافات ؟

١١– كيف يمكن لدراسة العلم أن تغير طرق تفكيرك .

المسألة الثانية – كيف يحل العالم مسائله ؟

عندما درست الموضوع السابق اتضح لك كيف يعالج المشتغل بالعلم المشاكل التى تصادفه ، وكيف أن عالمنا الحديث الذى نعيش فيه قد أصبح ممكناً على حالته التى هو فيها لأن العلماء قد حلوا مشكلات كثيرة ، كما أنهم قدموا اكتشافات كثيرة أيضاً . وهم إذ يكتشفون تعلموا كيف يشتغلون فى حذر وعناية وكيف يراجعون نتائج أعمالهم مرات كثيرة دون خشية من عناء

أو نَصَب . وسوف ترى فى الموضوع الحالى كيف يحل العلماء مشكلاتهم ، وينبغى لك أن تتعلم كيف تطبق طريقتهم العلمية فى حل المشكلات فى هذا الكتاب ، وكذلك كيف تطبقها لإيجاد حل لمشكلاتك الخاصة بك .

كيف استطاع كيموى كبير حل احدى المشكلات ؟

لقد كان السير همفرى داڤى أحد العلماء الإنجليز الكبار ، وعندما بلغ الخامسة عشرة من عمره اشتغل صبياً لرجل يصنف العقاقير (صيدلانى) ، ولقد كان هذا العمل هاماً بالنسبة لتكوينه مستقبلا كرجل يشتغل بالعلم ، ذلك أنه قرأ كتباً كثيرة فى العلم والرياضيات ، كما أنه أجرى تجارب عدة استخدم فيها المواد الكيموية الموجودة فى محل عمله ، فثارت فى نفسه الرغبة نحو دراسة الكيميا .

وبعد بضع سنين أسند إليه عمل فى معمل ، فاستطاع أن يجرى مزيداً من التجارب الكيموية ، فنشر بحوثاً عدة عن مكتشفاته ولم يمض وقت طويل حتى دعى للعمل كأحد العلماء الذين يعملون فى المعهد الملكى فى لندن . ولقد هيأت له محاضراته الممتازة واكتشافاته أن يكون أشهر كيموى فى انجلترا .

وحوالى عام ١٨١٢ كان القائمون على صناعة مناجم الفحم فى انجلترا فى ذعر شديد ، فقد كان كثير من عمال المناجم يلقون حتفهم نتيجة انفجارات تنتج من غاز كان يطلق عليه اسم « النار المنداة » فقد كان الغاز يتفجر من اللهب المكشوف الذى يتصاعد من المصابيح التى كان يستعملها العمال . ولقد انقضت ثلاث سنوات دون أن يبذل أى مجهود لتلافى تلك الانفجارات التى كانت تحدث فى المناجم والتى كان يزداد عددها باستمرار ، وعندئذ تقدم أصحاب مناجم الفحم إلى داڤى بهذه المشكلة .

ولقد توجه داڤى إلى أحد المناجم التى حدث فيها انفجار حديث وأخذ يتحدث إلى العمال ويستجوبهم ثم جمع عدة زجاجات ملأها بذلك الغاز لكى يجرى عليه التجارب . ولقد وجد فى معمله أن الغاز لا ينفجر إلا إذا كان مخلوطاً بقدر كبير من الهواء ، كما أنه اكتشف أن مخلوط الغاز والهواء لا ينفجر

إلا إذا سخن بلهب مكشوف . ولقد بعثت هاتان الملاحظتان فى ذهن داڤى بفكرة ... فقال : « إنى أعتقد أننى أستطيع أن أحل المشكلة إذا استطعت أن أصنع مصباحاً يتخلص من حرارة اللهب فلا يغدو الغاز ساخناً » .

ولقد ساعد داڤى على حل مشكلته مشاهداته العميقة التى كانت تملك عليه نفسه ، فلقد لحظ عدة مرات أنه إذا ما وضعت شبكة من السلك فوق مصباح غاز ، فان الغاز يمكن أن يشتعل فوق الشبكة لا تحتها ، فصمم على وضع شبكة حول لهب المصباح .

ولقد جرب داڤى مصباحه الجديد فى مخلوط من غاز « النار المنداة » والهواء ووجد أنه اشتعل فى هدوء دون انفجار ، وعندما جرب مصباحه فى المناجم أدى المصباح عمله وأسفرت تجربته عن النجاح . ولقد سمى المصباح « الداڤى » . وسرعان ما حل محل المصابيح ذات اللهب المكشوف ، وبهذا الاكتشاف لم تعد تحدث انفجارات فى المناجم نتيجة انفجار غاز « النار المنداة » ولم يعد ثمة خطر على حياة عمال المناجم .

تجربة ١

كيف حل داڤى مشكلته ؟

كيف يمكنك أن تقدم المشكلة التى عرضها أصحاب المناجم على داڤى ؟ وكيف ساعدت اقتراحات داڤى على حل المشكلة ؟ وما هى الخواطر التى تراءت لداڤى لحل المشكلة ؟ وما الذى سلم به داڤى فى بحثه ؟ وما الذى فعله بعد أن كون فكرته عن المسألة ؟ وكيف وضعت استنباطاته فيما بعد تحت التجربة والاختبار ؟

كيف استطاع بيولوجى عظيم حل احدى المسائل ؟

لقد كان لويس باستير عالماً فرنسياً عظيما ، ويمكن أن تسرد قصص كثيرة عن اكتشافاته ، وربما كان أعظم ما توصل إليه هو أن بعض الأمراض تسببها الجراثيم ، ولقد أنقذ هذا الاكتشاف وحده آلافاً من الأنفس .

ولقد كان باستير مدرساً للكيميا ، وفى أحد الأيام زاره بعض زارعى الكروم الذين كانوا يخسرون كثيراً نتيجة تحول أنبذتهم إلى خل ، فطلبوا من باستير أن يساعدهم على حل مشكلتهم . ولقد فحص باستير عينات من النبيذ فى معمله تحت المجهر (الميكروسكوب) فوجد أن النبيذ يحتوى على نقط صغيرة أطلق عليها اسم الجراثيم ، فبين لصانعى النبيذ كيف يتخلصون من تلك الجراثيم ومن ثم أنقذ صناعتهم من البوار المحقق .

ولقد خطر لباستير فكرة ، وهى أن الجراثيم إذا كانت سبباً فى تحويل الأنبذة إلى خل فربما تكون أيضاً سبباً لأمراض كثيرة تصيب الكائنات الحية وتودى بحياتها ، فسخر منه زملاؤه العلماء آنئذ .

ثم إنه حدث بعد ذلك بسنوات قليلة أن صناعة الحرير فى فرنسا كانت تعانى من موت ديدان القز من مرض غامض . ومرة أخرى لجأ أصحاب تلك الصناعة إلى باستير لحل تلك المشكلة . وبدأ باستير عمله بأن حصل على بعض الديدان المريضة وأخرى خالية من المرض ،ولقد وجد باستير فى أجسام الديدان المصابة جراثيم ضئيلة لم يعثر لها على أثر فى الديدان السليمة . وعندئذ اعتقد باستير اعتقاداً راسخاً بأن الجراثيم هى التى سببت المرض ولكنه لم يستطع أن يجزم برأيه .

ولكى يختبر فكرته ، قرر باستير أن يجرى ما يسمى فى العلم التجريبى « بالتجربة الضابطة » فاختار بعض الديدان السليمة ثم قسمها إلى مجموعتين ، ثم إنه حقن ببعض الجراثيم التى حصل عليها من أجسام ديدان القز المصابة الديدان السليمة من احدى المجموعتين ، وترك المجموعة الأخرى من الديدان السليمة لم يمسسها . ثم إنه أعطى ديدان المجموعتين نفس الغذاء وحفظها تحت ظروف واحدة من الحرارة والضوء ، وما إن انقضت بضعة أيام حتى ماتت جميع الديدان المحقونة بينما لم تمت دودة واحدة من ديدان المجموعة الأخرى . ولقد حدت هذه التجربة بباستير أن يرسخ اعتقاده فى نظريته عن الجراثيم وأنها صحيحة . ومرة أخرى نجد باستير ينقذ احدى صناعات فرنسا العظيمة إذ وضح لأصحاب صناعة الحرير كيف يخلصون ديدانهم من الآفة .

ولقد دفعت هذه الدراسات باستير لأن يقوى يقينه بأن بعض الأمراض التى تصيب الإنسان كانت الجراثيم أيضاً سبباً لها ، ومع ذلك فهو لم يكن متأكداً ، إذ أنه أحس أنه ينبغى إجراء مزيد من التجارب الضابطة لاختبار فكرته .

وعندما قرر باستير أن يختبر نظريته عن أمراض الإنسان كان قد جاوز الستين من عمره كما أنه كان يشكو من شلل أصابه ، وقد اختار باستير لأول اختباراته مرض الكلب ، وينشأ هذا المرض المريع فى الأشخاص الذين تعقرهم الكلاب المسعورة ويمكن إصابة الكلاب بنفس الطريقة .

ولقد حاول باستير أن يحصل على جرثومة مرض الكلب من أفواه الكلاب ودمائها ، ولكنه لم يوفق لذلك ، ولقد استخلص من مشاهداته أن المرض يؤثر على الجهاز العصبى للكلب ، وعلى ذلك فقد أتى بكلب مات من هذا المرض ونزع منه نخاعه « حبله الشوكى » ثم قطعه قطعاً كثيرة ، ثم إنه جفف قطعة لمدة يوم وسحنها وأعد منها سائلا ، كما أنه جفف قطعة أخرى لمدة يومين وأعد منها سائلا ، وأعاد التحضير مع القطع الأخرى وكان يزيد على كل منها يوماً حتى تبقت الأخيرة التى جففها لمدة أربعة عشر يوماً .

ثم بدأ باستير تجاربه بأن حقن كلباً بالسائل الذى عمره أربعة عشر يوماً ، وفى اليوم التالى حقن الكلب نفسه بالسائل الذى عمره ثلاثة عشر يوماً ، وهكذا حتى اليوم الرابع عشر ، وهو يحقن الكلب يومياً ، حقنة بالسائل الذى حضره من قطعة الحبل الشوكى التى جففها لمدة يوم واحد فقط ، ثم إن باستير بعد ذلك حقن الكلب فى اليوم التالى بجراثيم مرض الكلب ، وانقضت أسابيع ولم تظهر على الكلب أية أعراض لمرض الكلب . وأعاد باستير تجربته ، وهنا تيقن بأنه قد ابتكر طريقة للوقاية من مرض الكلب .

واستعد باستير لتجربة سائله فى إنسان ، ففى شهر يوليه من عام ١٨٨٥ توسلت احدى الأمهات إليه أن يجرب علاجه فى ابنها جوزيف الذى عقره

كلب مسعور فعالجه باستير تماماً كما عالج الكلاب ، ومرت الأيام تلو الأيام لعل أعراض المرض تظهر على الصبي ، ولكنها لم تظهر عليه مطلقاً . ولقد جذل باستير طرباً للنتيجة ، ولكنه لم يكن حتى الآن مستعداً لإعلان علاجه لمرض الكلب ، ولكنه عندما أنقذ أشخاصاً كثيرين بنفس طريقة العلاج تيقن بأن فكرته عن الأمراض التي تسببها الجراثيم كانت صحيحة وأنه قد ابتكر طريقة للوقاية من مرض الكلب. فلنشكر عبقرية رجل عظيم فإليه يرجع الفضل في أن مرض الكلب قد أصبح في عصرنا الحاضر مرضاً نادراً .

تجربة ٢

كيف حل باستير مشكلته ؟

١ — كيف استطاع باستير أن يعتقد بأن الأمراض في الإنسان تسببها الجراثيم؟

٢ — هل كثيراً ما يفكر العلماء بهذه الطريقة في حل المشكلات ؟

٣ — كيف استطاع باستير أن يقرر ما إذا كانت فكرته صحيحة أو غير صحيحة ؟

٤ — لماذا انتظر باستير طويلا قبل أن يقرر شيئاً عن مشكلته التي كان يعالجها ؟

٥ — كيف توضح المشكلة التي كان باستير يعمل فيها طيلة تلك الأعوام ؟

٦ — اذكر بدقة كيف باشر باستير تجاربه الضابطة .

٧ — لأي الأسباب أجرى باستير تجاربه الضابطة ؟

٨ — سم الطريقة التي وضحها باستير في تصميمه للتجربة عندما حقن الكلب السليم بكل من السوائل الأربعة عشر المحضرة من قطع الحبل الشوكي المجففة لكلب مسعور.

كيف حل عالم حديث احدى المسائل ؟

لقد عاش همفري داڤي ولويس باستير في القرن التاسع عشر ، فلنقارن طريقتهما في حل المسائل بطريقة أحد العلماء الحديثين ، ذلكم هو كلايد تمباو. تخرج كلايد تمباو في مدرسة ثانوية ريفية في ولاية كنساس وهو في التاسعة عشرة من عمره ، ولم تمض خمس سنوات حتى طبقت شهرته الآفاق لاكتشافه

كوكباً جديداً فى مجموعتنا الشمسية ، ولقد كان اكتشافه نصراً عظيما بالنسبة لشخص حدث لم ينل من التعليم سوى ما حصله فى مدرسة ثانوية .

ولقد كانت لدى فتى كنساس الريفى هواية ، ذلك أنه كان يقرأ فى وقت فراغه عن الفلك ، كما أنه كان يصمم التلسكوبات وعزم على أن يجعل من هوايته هذه عمل حياته مستقبلا ، فقبل وظيفة فى مرصد لوويل الفلكى فى فلاجستاف فى أريزونا .

ولقد نبه الفلكى الأمريكى برسيفال لوويل منذ سنوات كثيرة مضت إلى أن هناك كوكباً فى مجموعتنا الشمسية لم يكتشف بعد ، أى لم يلحظه أحد . ولقد دلته مشاهداته وحساباته على أن هذا الكوكب يقع فيما وراء نبتون . ولقد ذهب لوويل فى فكرته إلى التنبؤ بمكان هــذا الكوكب فى السماء فى وقت معين .

ولقد طلب من كلايد تمباو أن يحدد مدى صحة فكرة الدكتور لوويل ، وبالطبع لم ير داعياً لتضييع وقته فى النظر من خــلال التليسكوب ، وإنما أخذ يدرس جميع الصور الفوتوغرافية الخاصة بالسماء المتوافرة لديه ، كما أنه قرأ جميع ما كتب عن الكواكب . وبعد أن فحص مئات الصور فرح عندما وجد فى إحدى اللوحات الفوتوغرافية صورة تتفق مع فكرته عن الكيفية التى قد يظهر فيها الكوكب الجديد .

ولقد أراد تمباو أن يعلن للعالم عن اكتشافه ، ولكنه كرجل علم لم يرض لنفسه أن يذيع بياناً يرتكز على هذه البينة الصغيرة ، فجهز صوراً فوتوغرافية أخرى ومن ثم فحصها وعندئذ تيقن أنه وجد كوكباً آخر . وأخذ يدرس هذا الكوكب خلال التلسكوب ، فطلب من الهيئة الفنية بالمرصد أن تفحص صوره الفوتوغرافية وترقب الكوكب خلال التلسكوب . ثم أخذوا يدرسون الكوكب كل مساء لمدة سبعة أسابيع متتالية : وأخذ هو يضبط حركاته فى السماء ، وفى النهاية أعلن للعالم أجمع اكتشاف الكوكب بلوتو .

ولقد استطاع كلايد تمباو أن يحل مشكلة علمية هامة ، ولكن هل حلها بنفس الطريقة التى حل بها دافى وباستير مشكلاتهما ؟

تجربة ٣

كيف حل كلايدتمباو مشكلته ؟

١ ـ اذكر المشكلة التى أعطيت لكلايد تمباو لحلها .

٢ ـ هل دائماً يكون العالم العظيم واحداً من أولئك الذين قضوا سنين طويلة فى احدى الكليات الجامعية ؟

٣ ـ من أى النواحى كانت الطريقة التى اتبعها كلايد تمباو شبيهة بتلك التى اتبعها دافى ؟ وباستير ؟

٤ ـ من أى النواحى كانت الطريقة التى اتبعها كلايد تمباو تختلف من تلك التى اتبعها دافى ؟ وباستير ؟

٥ ـ هل التخمين يساعد فى حل تلك المشكلة ؟

٦ ـ ماذا كان حدس تمباو ؟

٧ ـ كيف تيقن كلايد تمباو من حدسه ؟

٨ ـ بأى الوسائل جمع كلايد تمباو أدلته عن المشكلة ؟

٩ ـ لماذا لم يعلن عن اكتشافه حالما توصل إليه ؟

لقد ربطنا بين الوقائع التى ظهرت فى آفاق حياة ثلاثة من العلماء لكى نعينك على تفهم كيف يحل العالم مشكلاته ؛ وهكذا نستطيع أن نختار لك وقائع من حياة أى من العلماء . ولقد عرفت الطريقة التى استخدمها دافى وباستير وغيرهما من العلماء فى الحصول على إجابات لتساؤلهم بالطريقة العلمية أو طريقة حل المشكلة .

ولنلخص الأشياء التى يفعلها العالم عندما يحل مشكلته :

١ ـ يجب أن تحدد المشكلة وتوضح بعناية . ومعنى ذلك أن العالم ينبغى أن يحصل فى ذهنه على السؤال الذى يرغب فى الإجابة عليه .

٢ — تجمع البينة التى لها اتصال بحل المشكلة . ومعنى هذا أن العالم يجمع كل البيانات عن المشكلة بكل الوسائل من الكتب والتجارب والمؤتمرات .

٣ — تقترح الفكر المختلفة المتعلقة بحل المشكلة ، ومعنى هذا أن العالم يقترح كل الوسائل التى يرجى من ورائها النجاح لحل المشكلة ما أمكن ذلك . وتسمى هـذه المقترحات أحياناً بالافتراضات .

٤ — تختار الفكرة التى يبدو أنها أكثر أملا فى حل المشكلة .

٥ — تقترح التجارب الضابطة وتصمم لتجربة الفكرة المختارة .

٦ — إذا برهنت التجربة على صحة الفكرة ، فينبغى إجراء تجارب أخرى لفحصها ، أما إذا لم تبرهن التجربة على صحة الفكرة ، فان هذه الفكرة تهمل لتحل محلها فكرة أخرى توضع موضع التجربة .

٧ — بعد أن تختبر الفكرة التى ثبتت صحتها بالتجربة ، يحق للعالم أن يقول إنه قد توصل إلى نتيجة .

اختبر معلوماتك

١ — بين كيف استخدم داڤى خطوات حل المشكلة الموضحة آنفاً فى حل مسألته عن الانفجارات التى كانت تحدث فى المناجم .

٢ — بين كيف استخدم باستير خطوات حل مشكلته عن جراثيم المرض .

٣ — وضح كيف استخدم كلايد تمباو خطوات حل المشكلة عندما اكتشف الكوكب بلوتو .

٤ — اختر قصة أحد الاكتشافات التى تعرفها ، مثل اكتشاف أديسون للمصباح الكهربى ، وبين كيف استخدمت فيها خطوات حل المشكلة .

٥ — لماذا يجرى العلماء التجارب ؟

٦ — ماذا يقصد بالتجربة الضابطة ؟

٧ — بأى الطرق يجمع العالم أدلة عن مشكلة ما ؟

٨ — إلى أى مدى يستخدم ميكانيكى فى أحد الجراجات خطوات حل المشكلة ؟

المسألة الثالثة ـ كيف تصبح حلال مسائل ناجحا ؟

لن يستطيع كثير منكم ، أيها الفتيان والفتيات ، ممن يقرأ هذا الكتاب أن يصبح عالماً مثل داڤى أو باستير ، ومع ذلك فإنكم تقضون وقتاً طويلا من حياتكم فى حل المشكلات وهى ليست كمشكلات المسائل الرياضية ، ولكنها مشكلات تعالج كثيراً من الأشياء التى تصادفكم كل يوم . وقليل من التفكير يبين كيف أن كل نشاط فى حياتكم يستدعى حلا لاحدى المشكلات . فالواحد منكم مثلا عليه أن يقرر كل يوم ماذا يلبس فى يومه ، وأن يختار الأطعمة التى يتناولها فى المدرسة أو المطعم ومتى تعد واجبك المدرسى للغد . وعليك أن ترسم لنفسك كيف تصرف نقودك بحكمة وتقرر ماذا تصنع فى اجتماعك المقبل مع أصدقائك . وكل من هـــذه المشكلات ينبغى أن تحل وإن لم يكن أى منها مشكلة علمية .

وأنت إذا تعلمت كيف تحل المشكلات العلمية فانك سوف تستطيع أن تحل مسائلك الخاصة بطريقة تبعث على الرضا . وسوف تستعرض فى هذا الموضوع بعضاً من خطوات حل المشكلة ، فقد ترغب وأنت تستمر فى دراستك على مر السنة فى الرجوع إلى هذا الفصل من الكتاب بين حين وآخر لتتحقق إلى أى مدى أنميت مقدرتك كحلال للمسائل وكيف تتحسن فى منحاك العلمى . ولن تستطيع أن تغدو قادراً على حل المسائل إلا بالمجهود المستمر .

حلال المسائل الناجح يكتشف المشكلات ويحلها

إن بعض المسائل التى تعرض يمكن أن يجاب عليها دون تفكير أو مجهود خاص ، بينما أن البعض الآخر محير وقد يحتاج إلى شىء من التفكير . وإن التسرع فى الحكم أو الاندفاع قد يؤدى إلى مأزق . وحلال المسائل الناجح يدرس تلك المواقف ، فهو قبل أن يعطى جواباً أو يحكم على شىء ينبغى أن يقلب الأمور فى ذهنه لكى يتفهم الموقف . فالسؤال أو المركز الذى تظهر فيه مشكلة ينبغى أن ينظر إليه كأنه « النور الأحمر » الذى يجعل الشخص يقف ليتساءل عما إذا كانت المشكلة حقيقية وفى حاجة إلى تفكير .

يحتاج حلال المسائل الناجح الى بيانات

كثيراً ما يخفق الناس فى إيجاد حلول طيبة لأنهم لا يعرفون أين ولا كيف يجدون البيانات . وعلى ذلك ينبغى لكل فتى أو فتاة أن يتعلم كيف يستخدم المصادر العامة للبيانات مثل المعاجم ودوائر المعارف والمراجع الهامة الأخرى وأن يتعرف على الكتب فى المكتبات بسرعة ودون مساعدة أحد .

وكثير من الطلاب لا يقرءون بعناية ، فبدلا من أن يستعملوا معجماً أو كشافاً يهملون الكلمات التى لايعرفون معناها ، ويوجد فى نهاية معظم الكتب العلمية معانى الكلمات العلمية وطريقة نطقها ، كما أن ثبت محتويات الكتاب وكشافه يبوبان المواد التى يحتوى عليها الكتاب .

وينبغى للشباب أن يجتهدوا فى قراءة المراجع قراءة دقيقة مع فهم كامل ، فأنت إذا قرأت مرجعاً كما تقرأ قصة فمن المحتمل أن تفوتك نقاط هامة ، فأنت عندما تقرأ قصة يستمر اهتمامك بحوادثها فلاتحتاج إلى الالتفات إلى كل كلمة وجملة . ولكن هذا غير صحيح بالنسبة للمراجع ، فالشخص الناجح فى حل المشكلات ينبغى أن يتعلم كيف يقرأ للحصول على معلومات وبيانات دقيقة .

وعليك أن تتبين الجملة الأساسية فى كل فقرة ، تلك التى يدور عليها المعنى . وبينما أنت تقرأ إسأل نفسك « هل أنا فاهم ماذا يقصده المؤلف ؟ » و « كيف تبعت هذه الفقرة ماقيل فى الفقرة السابقة ؟ » وعندما تفرغ من قراءة جزء مما خصصته لنفسك فى القراءة ، إقفل كتابك وتأمل فيما قرأته واجتهد أن تكتب بأسلوبك أنت ما قاله المؤلف . وتعلم أن تقرأ بسرعة أجزاء المرجع التى لا تتصل اتصالا وثيقاً بالمشكلة التى أنت بصدد حلها ، وسوف يساعدك هذا على أن تكون قارئاً سريعاً وأن تعى ما قرأته ، فالمقدرة على القراءة بسرعة أثناء بحثك عن البيانات عظيمة الفائدة طول الحياة .

يستخدم حلال المسائل الناجح كل حواسه فى جمع المعلومات

كثيراً ما تبدو المسائل صعبة الحل لأننا نخفق فى استعمال كل ما لدينا من الوسائل كى نحصل على المعلومات عنها ، فالمعلومات التى تحصل من

الكتب وغيرها من المصادر دائماً أبداً غير جديدة جداً « نصف عمر » . وإنه لمن الأثارة بمكان الحصول على معلومات جديدة لكى تكتشف أشياء بنفسك . وثمة طرق عدة للحصول على معلومات جديدة ، فلنفرض أنك تسلمت حيواناً مدللا من بلد بعيد ، فإذا لم تكن تعرف شيئاً عن عادات هذا الحيوان المدلل فكيف يمكن لك أن تتعلم عنه شيئاً ، ربما أخذت تراقبه عن قرب ، وأن تجرب معه أطعمة مختلفة ، وبالاختصار فربما استعملت كل حواسك للحصول على معلومات عن ذلك الحيوان .

ولمعظم الناس عيون سليمة وآذان حسنة وحاسة لمس وحاسة ذوق وحاسة شم ، فاذا ما استعملت تلك الحواس بحكمة فسوف تستطيع الحصول على معلومات يعتد بها عن مسائلك ، ويمكن لحواسك أن تنمو وتتحسن ، فالناس من ذوى الحواس الحادة فى الذوق والأبصار والسمع قد تكونت لديهم تلك الحواس وتعهدوها ، ويمكن لك أن تصبح قوى الملاحظة لو أنك دربت حواسك .

يضع حلال المسائل الناجح آراء عن حل مسألة ما

لعلك تذكر كيف اقترح كل من دافى وباستير وتمباو آراء أو فكراً لحل المشكلات التى حاولوا حلها ، وكثيراً ما تؤدى الآراء والأفكار التى يفترضها العلماء إلى إيجاد حلول لمشكلاتهم ثم وضع تلك الآراء موضع التجارب الضابطة .

فأولا ينبغى أن تقرر المسألة وتوضح فى جلاء ، ثم يأتى بعد ذلك جمع المعلومات عنها ، ومن ثم تقترح الآراء التى قد يحتمل أن تكون حلا للمسألة وتناقش ، وعادة ما تحتاج تلك الفكر أو الآراء (الفروض) إلى تجارب لاختبارها . وعليك أثناء دراستك للمواد العلمية أن تمارس اقتراح ما أمكنك من الآراء كلما صادفتك مسألة جديدة لحلها .

حلال المسائل الناجح يجرب

لقد تعلمت فى هذا الفصل أن العلماء المشهورين قد توصلوا إلى اكتشافاتهم بإجراء التجارب ، والواقع أن التجارب ما هى إلا أسئلة نضعها أمام الطبيعة ،

والمشاهدة الدقيقة تعطيك دائماً جواباً للسؤال ، كما أن التجربة الحسنة تمدك عادة بمعلومات تؤدى بك إلى اكتشاف ، والتجربة فى ذهن كثير من الشباب عبارة عن خلط مواد كيموية لمراقبة ما يحدث ، وهذا فى الواقع قد يكون تجربة إذ أنها قد تؤدى إلى معلومات غير منتظرة إذا ما انفجرت المواد الكيموية.

ولكى تكون شخصاً يحسن إجراء التجارب ، فإن ذلك معناه أن تعمل فى صبر فتذكر كيف باشر كل من دافى وباستير تجاربه بعناية ، فالعالم إذا ما أجرى تجاربه فهو يحاول دائماً أن يضبط كل العوامل إلا ذاك الذى يضعه موضع الاختبار ، فهل يمكنك أن تذكر احدى تجارب باستير الضابطة التى أجراها وهو يدرس الجراثيم ؟

ان حلال المسائل الناجح دائما أبدا يبنى نتائجه على البيانات المختبرة فقط

النتيجة هى الجواب الذى تحصل عليه بعد أن تكون قد اختبرت كل المعلومات والبيانات التى تدور حولها المسألة ، فلنفرض أنك تريد أن تقرر شيئاً عن الملابس التى تلبسها فى أحد الأيام ، فأنت أولا تطل من النافذة لترى إذا ما كانت الشمس ساطعة ، وعندئذ تقرر أنه لا داعى لأن تلبس ملابس ثقيلة جداً ، ولكنك عندما تفتح النافذة تحس بالهواء بارداً ، وعندئذ تقرر أنه ربما تكون الملابس الثقيلة أفضل لك من الخفيفة ، ومن المحتمل أن تختبر استنتاجك بأن تقرأ درجة الحرارة فى ترمومتر تحتفظ به خارج المنزل أو أن تستمع إلى التنبؤات الجوية وهى تذاع من الراديو ، فأفضل استنتاجاتنا ما كان مبنياً على معلومات وضعت فى محك التجربة ، فإذا ما رغبت فى أن تكون حلال مسائل ناجحاً فيجب أن تتعود بناء قراراتك على أحسن المعلومات المتوافرة لديك .

لحلال المسائل الناجح مسلك علمى

إن مسلكك هو ما تشعر به تجاه الأفكار والحوادث وكيف تمتثل إليها ، ولكى تصبح حلال مسائل ناجحاً ينبغى لك أن تجتهد فى أن تنمى عدداً من المسالك الطيبة ، فحلال المسائل الناجح :

١ – لا يعتقد فى الخرافات .
٢ – شغوف بالأشياء التى تحدث فى العالم الذى يعيش فيه .
٣ – يلتزم الحقائق .
٤ – لا يتسرع فى الحكم على الأشياء .
٥ – لا يقتنع بالشروح الغامضة .
٦ – يقلب المسائل على وجوهها الكثيرة .
٧ – معتن ودقيق فى تدوين مشاهداته .
٨ – يعمل حسب خطة موضوعة .
٩ – يستخدم النتائج التى حصل عليها من تجاربه وتجارب غيره .

اختبر معلوماتك

١ – ما هى مميزات حلال المسائل الناجح ؟
٢ – بين كيف أن دافى وباستير وتمباو كانت فيهم تلك المميزات .
٣ – ماذا يقصد بالتجربة الضابطة ؟ صف تجربة ضابطة أجريتها .
٤ – بين كيف تستطيع تطبيق خطوات حل المشكلة على مشكلة ليست من النوع العلمى .
٥ – بين كيف تستطيع رفع مستواك فى كل من مميزات حلال المسائل الناجح .

المسألة الرابعة – ما هى الأدوات التى تعين العالم على حل مسائله ؟

الأدوات التى يستعملها العالم

يجب أن يجمع العالم معلومات دقيقة لحل مسائله . وهو يحصل على كثير من المعلومات من تجارب دقيقة وهو يستخدم أدوات خاصة لتعينه عليها . وسوف تعرف فى هذه المسألة شيئاً عن بعض هذه الأدوات ، ثم تتعلم فيما بعد كيف يستعملها العالم .

لا بد أنك تألف كثيراً من الأدوات التى يستعملها الطبيب أو حكيم الأسنان فى عملهما . ويستعمل العالم إلى جانب المخابير وأنابيب الاختبار و « القنينات » ومصابيح بنزن أدوات خاصة ، فعنده ميكروسكوبات

وتليسكوبات تعين عينه فى الحصول على المعلومات ، وموازين يزن بهـا الأشياء بدقة ووسائل عديدة ليقيس بها قياساً دقيقاً .

وينبغى أن يستطيع العالم قياس أشياء صغيرة جداً وأشياء كبيرة جداً ، كما يجب أن يكون قادراً على حساب كميات المواد التى استعملت فى مسائله .

نظام المقاييس الانجليزى

يستعمل نظام المقاييس الإنجليزى فى الولايات المتحدة وانجلترا لوزن الأشياء وقياسها فى الحياة العادية ، غير أن النظام الإنجليزى عقيم بطىء ، فانظر مثلا إلى النظام الإنجليزى فى القياس :

١٢ بوصـــة = ١ قدم .

٣ أقـــدام = ١ ياردة .

٥½ ياردات = ١ قصبة (رُدْ) .

فالنسبة بين البوصات والأقدام والقصبات هى ١٢ ، ٣ ، ٥½ . ومثل هذا النظام عقيم فى القياس .

النظام المترى للقياس

يستخدم العلماء عادة النظام المترى الذى يسهل العمل به كثيراً عن النظام الإنجليزى فى النظام المترى تشتق الوحدات كل من الأخرى بالتضاعف فى ١٠ أو القسمة على ١٠ أو مضاعف ١٠ مثل ١٠٠ أو ١٠٠٠ . فالكيلوجرام يساوى ١٠٠٠ جرام والسنتيمتر هو $\frac{١}{١٠٠}$ من المتر .

ويستعمل الناس فى معظم بلاد العالم (الولايات المتحدة وانجلترا من الشواذ الرئيسية) النظام المترى فى حياتهم اليومية ، وكذلك يفعل العلماء فى تلك البلاد ، وحتى فى الولايات المتحدة وانجلترا يستعمل كثير من الوحدات المترية وبخاصة الجديد منها فى الكهربية والراديو .

الوحدات المترية

وتجد أسفل هذا الكلام جداول بالوحدات المترية وما يقابلها فى النظام الإنجليزى وحيث إن الوحدات المترية قلما تستعمل ولذلك لم تذكر فى الجداول سوى المشهور منها ، وقد كتبت المختصرات بين الأقواس .

وحدات الأطوال

١٠ مليمترات (م) = ١ سنتيمتر (سم) = ٤ر٠ بوصة تقريباً .
١٠ سنتيمترات = ١ ديسمتر (د م) = ٤ بوصات تقريباً .
١٠ ديسمتر = ١ متر (م) = ٣٧ر٣٩ بوصات .
١٠٠٠ متر = ١ كيلومتر (كم) = ٦٢ر٠ ميل تقريباً .

وحدات الحجوم

١٠٠٠ مليمتر (م) أو ١٠٠٠ سنتيمتر مكعب (سم^{٣}) = ١ ــ لتر (ل) = ٠٦ر١ كوارت .

وحدات الموازين

١٠٠٠ مليجرام (مجم) = ١ ــ جرام (جم) .
١٠٠٠ جرام = ١ ــ كيلوجرام (كجم) = ٢ر٢ أرطال تقريباً .

اختبر معلوماتك

١ ــ سم بعضاً من الأدوات الهامة التى يستعملها العالم .
٢ ــ من أى النواحى يعتبر النظام المترى أفضل من النظام الإنجليزى .
٣ ــ حول قدماً إلى سنتيمترات .
٤ ــ ما هى أبسط طريقة لتحويل ١٥٠٠ مليمتر إلى سنتيمترات ؟ إلى ديسمترات ؟ إلى أمتار ؟ حاول ذلك .
٥ ــ كم عدد الجرامات الموجودة فى رطل واحد ؟
٦ ــ كم عدد الكيلوجرامات الموجودة فى عشرة أرطال ؟
٧ كم عــدد اللترات الموجودة فى الجالون ؟ فى الباينت ؟

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الأولى

العلم يساعدك فى أن تحتفظ بنفسك صحيحاً آمناً .
العلم يساعدك فى إنتاج الأشياء الكثيرة التى تستعملها كما يساعد فى انتشارها.
العلم يجعل العمل فى الدنيا أكثر يسراً .
العلم قد يساعدك فى أن تكون مستهلكاً حكيما .
العلم يستطيع أن يساعدك فى المحافظة على موارد العالم .
العلم يساعدك على أن تستمتع بوقت فراغك .
العلم يجعل معيشتك داخل المنزل أكثر راحة ودعة .
العلم قد جعل الدنيا تبدو أصغر مما هى .
العلم يستطيع أن يغير من طريقة تفكيرك .

المسألة الثانية

يحل العلماء مسائلهم باستخدام الطريقة العلمية .
خطوات الطريقة العلمية أو خطوات حل المشكلة هى :
(ا) ينبغى أن تحدد المشكلة وتعرف بعناية .
(ب) تجمع المعلومات المتصلة بحل المشكلة .
(ج) تقترح الآراء عن حل المشكلة .
(د) تختار أقرب الآراء أملا فى النجاح وتوضع موضع التجربة مع التجارب الضابطة .
(ه) الوصول إلى النتائج لا بد أن ينبنى على بينات وضعت موضع الاختبار .

المسألة الثالثة

حلال المسائل الناجح :
(ا) يكتشف المشكلات ويحللها .
(ب) يجد المعلومات عن مشكلته .

(ج) يستعمل حواسه كلها فى جمع المعلومات

(د) يقترح آراء عن حل مشكلته .

(هـ) مجرب من طراز ممتاز .

(و) يصل إلى نتائج مبنية فقط على معلومات وضعت موضع التجربة.

المسألة الرابعة

يحتاج العالم إلى أدوات خاصة يقيس بها قياساً دقيقاً .

معظم العلماء يستعملون النظام المترى .

أسئلة للمناقشة

١ ــ ناقش بعض الطرق التى جعل بها العالم الدنيا أوفر صحة .

٢ ــ تزيد حوادث السيارات والوفيات بسببها كل عام . فهل تستطيع أن تقول إن العلم قد جعل الدنيا مكاناً أكثر أمناً لنعيش فيه ؟ وضح ذلك .

٣ ــ كيف حسن العلم إنتاج الأشياء العادية التى نستعملها وعمل على توزيعها ؟

٤ ــ كيف يساعد العلم المستهلك .

٥ ــ لماذا كانت المحافظة من الأهمية بمكان بالنسبة لنا فى حياتنا اليومية ؟

٦ ــ كيف جعل العلم حياتنا أكثر دعة ؟

٧ ــ كيف يستطيع العلم مساعدتنا فى أن نقضى وقت فراغنا بحكمة ؟

٨ ــ بأى الطرق استطاع العلم أن يجعل دنيانا تبدو أصغر مما هى ؟

٩ ــ ما هى طريقة حل المشكلة أو الطريقة العلمية ؟

تمرين على حل المسائل

عندما تحدد مسألة :

١ ــ ضع المسألة على صورة سؤال

٢ ــ حدد المسألة بالنسبة للعامل الذى قد يؤثر على النتيجة .

٣ ــ انتخب الكلمات التى تعبر بوضوح عن العامل الذى يحتمل أن يكون أثره موضع الاختبار

استطاع فريد أن يقتصد من راتبه الذى يتقاضاه من عمله نصف الوقت فى مخزن للبضائع المعدنية كى يؤجر عجلة بخارية ، فالعجلة البخارية تعينه على الانتقال إلى المدرسة ومنها بسرعة ؛ هذا بالإضافة إلى أن مخدومه قد وعده بزيادة راتبه لتوزيع المبيعات الصغيرة ، ولقد وافق والده على أن يشترى العجلة.

وفى أحد الأيام الشديدة الدفء طلبت أم فريد من ابنها أن يحمل إلى جدته التى تقطن فى الريف على مسافة أربعة أميال من المدينة بعضاً من اللحم والخضر المثلجة ، وما كاد فريد يصل إلى مسافة ميل من منزل جدته حتى توقف محرك عجلته فجأة حيث كان يسوق فى طريق مليئة بالزلط المعد لرصفها ، ولم يستطع فريد إصلاح المحرك وعندئذ نظر إلى ساعته فاذا هو يتبين أنه لم تبق سوى ساعتين اثنتين أو ما يقرب من ذلك للرجوع إلى محل عمله.

أكتب ثلاث مشكلات جابهت فريداً . حاول أن تحدد كل مشكلة بطريقة يسهل تحليلها وحلها . اختر واحدة من المشكلات واشرح كيف كان يتأتى لك أن تحلها .

المجموعة الأولى

أشياء أخرى لك لتفعلها

تقارير يمكنك أن تعدها :

١ — المواد التى ينبغى لك أن تدرسها فى المدرسة لكى تحصل على مرانة تعينك على العمل فى وظيفة فى الميدان العلمى .

٢ — احتياجات أو شروط التجربة الضابطة .

٣ — كيف أن استعمال المهارة فى حل المسائل يساعد فى حل المسائل الشخصية.

٤ — طرق المعيشة التى تغيرت بفعل الاكتشافات العلمية .

٥ — عادات الشخص الذى يمارس الحذق فى حل المسائل .

الكتب التى ننصح بقراءتها

"Invitation to Experiment. Ira M. Freemen. Dutton, 1940"

يقدم هذا الكتاب الملىء بالأشكال تجارب كثيرة بسيطة مسلية تساعدك

على تفهم مبادىء العلم التى تدرس فى ذاك العام . ويحتوى الفصلان الثالث والسابع على عدة تجارب عن الهواء المحيط بك .

"Careers in Science. Philip Pollocke: Dutton, 1943"

عندما تفرغ من قراءة هذا الكتاب يمكنك أن ترسم لنفسك خط سير فى العلم . وإلى أولئك الشباب الذين يرغبون فى الحصول على قوتهم من العمل فى الكيميا ، أو البيولوجيا ، أو الجيولوجيا ، أو الطبيعة فإن هذا الكتاب يعينهم فى ذلك .

"Science Experiences with Ten-cent Store Equipment. Carleton J. Lynde. International Textbook Company, 1952"

يشتمل هذا الكتاب على حوالى مائتى تجربة علمية بسيطة تحتاج إلى أدوات رخيصة الثمن ، والأشكال واضحة ، وتوجد بالقرب من نهاية الكتاب شروح مختصرة للتجارب .

"Scientist and His Tools Bertha M. Parker. Row, Peterson, 1944"

يوضح هذا الكتيب كيف أن اكتشافات باستير وجاليليو وكورى وزوجته تبين طريقة العلماء فى حل المشكلات .

"Science Today and Tomorrow. Waldemar Kaempffert. Yiking, 1945"

تجد فيه وصفاً لأهم أوجه التقدم والاكتشافات فى العلم الحديث عن الاختراعات ، ومعظمها فى ميدان الفلك والبيولوجيا والكيميا .

"American Women of Science. Edna Yost. Stokes, 1943"

يشتمل على تاريخ اثنتى عشرة امرأة أمريكية من اللواتى ساهمن بشكل ملحوظ فى تقدم العلم فى القرن العشرين ، ومن الموضوعات المقدمة التبريد والطب والأغذية والكيميا والفلك .

بحوث يمكنك أن تقوم بها

١ — إجمع المعتقدات الخرافية من الناس الذين تعرفهم واقترح طرقاً لتختبر هذه المعتقدات .

٢ – إبحث فى الإعلانات التى تستخدم كلمتى « العلم » و « علمى » ثم حلل معناهما كما هما مستعملتان فى الإعلانات .

٣ – ادرس المجتمع الذى تعيش فيه لكى تعثر على أشخاص يستعملون النظام المترى للمقاييس فى حرفهم .

٤ – إذا كان هناك مصنع فى بيئتك زره كى تتعلم الوسائل المستعملة فيه للمحافظة على جودة احدى منتجاته .

٥ – إذا كنت تعيش فى مزرعة ، زر وكيل احدى المزارع فى المنطقة لكى تتعلم كيف أن الاكتشافات العلمية قد أثرت على الطرق التى تستخدم فى زراعة المحصولات أثناء ربع القرن الأخير .

المجموعة الثانية

أرضنا مخزن للمواد

نظــرة إلى الأمــام

إن هذه الأرض التى نعيش عليها إن هى إلا نقطة صغيرة فى الفضاء . فأنت وأنا وملايين الكائنات الحية الأخرى نستطيع أن نعيش عليها لأن أرضنا جزء من المجموعة الشمسية التى تحصل على الحرارة والضوء من الشمس اللتين هما صورتان من صور الطاقة ، وبدون طاقة الشمس تموت كل الكائنات الحية .

ولقد تحير العلماء لمدة طويلة كيف حصلت الشمس على طاقتها الكبيرة المخزونة . وعلى كل حال فانهم يعتقدون الآن أن لديهم مفتاح هذا السر . ربما تكون قد قرأت عن القنبلة الهيدروجينية والكميات الهائلة من الطاقة التى تطلقها . ويعتقد العلماء الآن أن طاقة القنبلة الهيدروجينية تشبه طاقة الشمس . وفى الحقيقة أن دراسة الجو المحيط بالشمس هو الذى اقترح فى أول الأمر إمكان عمل قنبلة هيدروجينية .

افرض أنك سمعت فى الراديو أو قرأت فى الجرائد أن الفحم أو الزيت أو الغاز الطبيعى عندنا قد استنفذ ، فهل تندهش ؟ أو إذا علمت أنه لم يعد هناك خامات حديد أو رصاص أو خارصين أو نحاس أو فضة أو ذهب ، فهل هذا يقلقك ؟ افرض أنك سمعت أن مزارعنا ذات المساحات الشاسعة لم تعد تستطيع إنتاج الشعير والقمح لأنها تحولت إلى صحراء ، فهل تنذعر ؟ ربما تعلم لأول مرة أن أرضنا مخزن كبير لمواد أساسية للحياة وقد ظل الإنسان يستنفدها من هذا المخزن لسنين عديدة خلت .

إن عمر أرضنا كبير ، إذ يبلغ حوالى بليونين من السنين . وقد كانت منذ تكونت دائمة التغير ، فرفعت سلاسل الجبال عندما تغضنت القشرة الأرضية وتآكلت على مر العصور بفعل القوى الطبيعية مثل الرياح والمياه الجارية وأمواج المحيطات وغيرها . وقد تغير الطقس مرات عديدة فى أماكن

كثيرة بمرور الزمن ، ويتغير الجو عندنا من يوم لآخر ، كما تتغير عندنا فصول السنة أيضاً . كل هذا يدل على أننا نعيش على أرض دائمة التغير وسنقدم لك فى هذه الوحدة حقائق مثيرة عن الأرض : طبقة الهواء المحيطة بها ، أهمية الماء ، الجو والطقس ، القوى التى تبنى وتبلى سطحها وأهمية المواد ومصادر الطاقة الممكن الحصول عليها منها .

٢
نحن نعيش فى محيط من الهواء

إذا قيل لك بطريقة ما إننا نشبه السمك الذى يعيش فى قاع البحر ، فربما تجد التشبيه غريباً . لكن الحقيقة أننا نعيش فى قاع محيط عظيم ، هو محيط عميق من الهواء يبلغ عمقه أضعاف عمق البحر .

ومحيطنا الهوائى يشبه المحيط المائى ، وهو أحياناً صاخب الزوابع كالبحر الهائج وأحياناً هادىء ساكن . وتنتقل باستمرار كميات هائلة من الهواء الدافىء من المناطق الاستوائية نحو القطبين ، كما تنتقل كميات كبيرة من الهواء البارد من القطبين نحو المناطق الاستوائية . انها هذه الكميات المتحركة من الهواء الدافىء والبارد التى تؤثر فى جونا .

ويعيش كثير من النباتات والحيوانات فى المحيط الهوائى .

وتستحيل الحياة بدون هواء ، لأن الهواء يحتوى على مواد تعيش عليها الأشياء الحية . وأهم هذه المواد هى الأكسجين الذى لا تستغنى عنه كل الكائنات الحية ، والنيتروجين مادة أخرى لازمة للأشياء الحية . وكذلك ثانى أكسيد الكربون الذى تلفظه الكائنات الحية فى الهواء فى عملية الزفير ، فتستخدمه النباتات الخضراء فى عملية تكوين الغذاء الهامة . وسنعرف فى هذا الفصل فوائد الهواء العديدة .

المسائل التى سوف نعالجها

١ — ماذا تعرف عن الهواء ؟
٢ — كيف يقاس ضغط الهواء ؟
٣ — ما هو تركيب الهواء ؟
٤ — كيف تحترق الأشياء ؟
٥ — كيف نستفيد من الهواء ؟

المسألة الأولى ــ ما الذى كشفه الانسان عن الهواء ؟

الغلاف الهوائى

يحيط بالكرة الأرضية طبقة أو غلاف من الهواء ويسمى هذا الغلاف الهوائى بالهواء الجوى ، وهو لاصق بالأرض بقوة الجاذبية التى تجذبه نحو مركز الأرض . وكثافة طبقة الهواء القريبة من الأرض أكبر من كثافة طبقة الهواء البعيدة عنها ، لأن جزيئاتها قريب بعضها من بعض وذلك نظراً لضغط جزيئات طبقة الهواء التى فوقها عليها والتى تجذبها إلى الأرض قوة الجاذبية الأرضية .

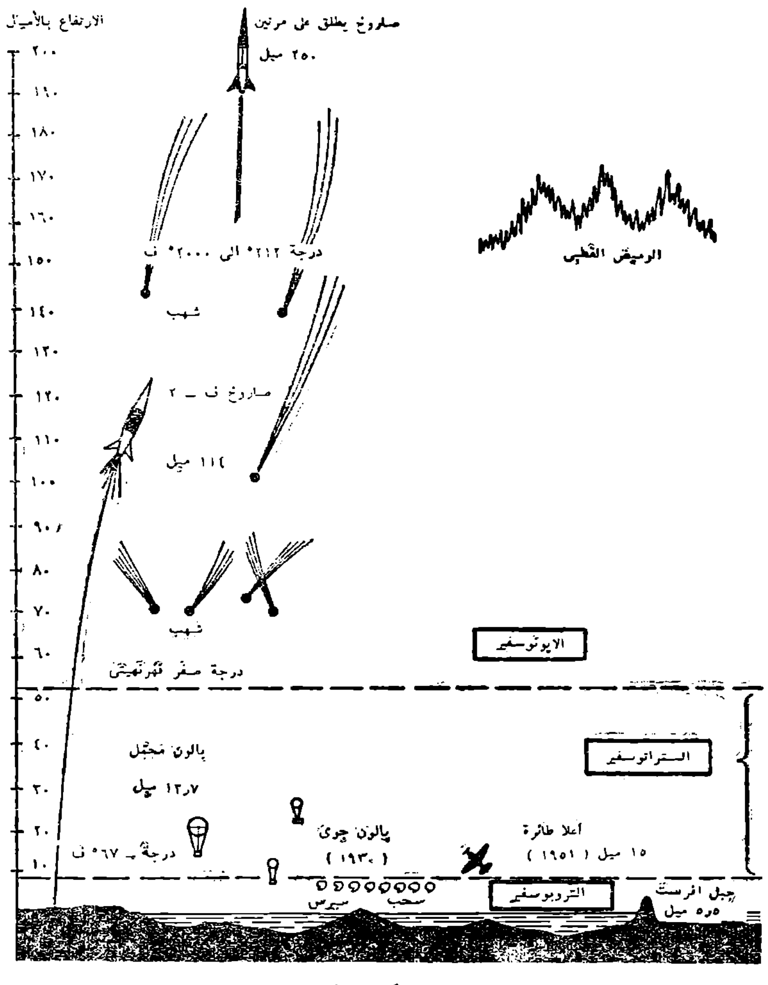
التروبو سفير

ينقسم محيطنا الهوائى إلى عدة مناطق أو طبقات كبيرة يغلف بعضها بعضاً ، كما تحيط عدة أغلفة بكرة البيس بول . وتسمى الطبقة المتاخمة للأرض بطبقة التروبوسفير التى تختلف فى ارتفاعها من عشرة أميال عند خط الاستواء إلى ستة أميال عند القطبين الشمالى والجنوبى . وفى هذا الجزء من منطقة الهواء الجوى تحدث كل التغيرات الجوية وتنشأ فيه الرياح والأمطار والسحب والعواصف . وتختلف درجة حرارة التروبوسفير من درجة حرارة الأرض إلى ٦٧° تحت الصفر الفهرنهيتى .

الستراتو سفير

وهى طبقة هوائية أخرى تحيط بالتروبوسفير وتمتد إلى ارتفاع يبلغ حوالى ٣٥ ميلا ابتداء من طبقة التروبوسفير . وتختلف فيها الظروف الجوية كلية عن طبقة التروبوسفير التى تحتها ، فلا يوجد فيها عواصف ولكن بها قليلا جداً من السحب لانعدام وجود بخار الماء الذى يكونها ، تقريباً . وتظهر فيها أحياناً سحب رقيقة غير معروفة طبيعتها بالضبط . وفى الستراتوسفير ، تهب الريح دائماً فى نفس الاتجاه ودرجة الحرارة عموماً منخفضة والتغير فيها بسيط جداً .

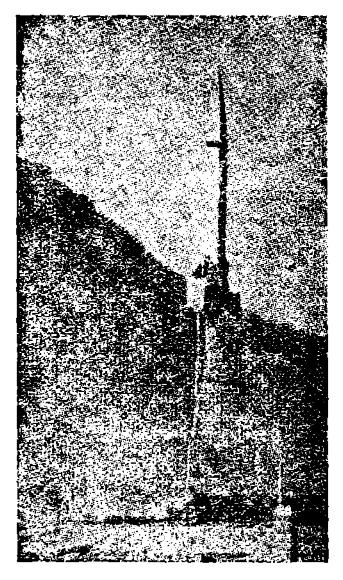
وقد قام أوجست بيكارد فى مايو عام ١٩٣١ بأول رحلة إلى الستراتوسفير ، فى كرة محكمة يحملها بالون . ووصل إلى ارتفاع عشرة أميال . وفى عام ١٩٣٥



(شكل ١)

تزيد الاستكشافات بوساطة الصاروخ والبالون والطائرة من معلوماتنا عن طبقات الجو العليا. أين تبدأ كل طبقة من طبقات الجو؟ تغير العواصف طبقة التروبوسفير دائما . لم يكن ليكون الاتصال اللاسلكى بدون طبقة الأيونوسفير .

وصل المستكشفان ستيفن وأندرسن إلى ارتفاع ٧٢٣٩٤ قدم أى أربعة عشر ميلا تقريباً . وفى صيف عام ١٩٥١ وصل صاروخ تابع للبحرية الأمريكية إلى ارتفاع يزيد على ٧٩٠٠٠ قدم أى حوالى خمسة عشر ميلا . ثم توصلت بعد ذلك صواريخ محملة بأجهزة تسجيل إلى الوصول إلى ارتفاعات ٢٥٠ ميلا . ومن نتائج هذه الاستكشافات والمشاهدات ممكن أن يكون ارتفاع الطبقة الجوية حوالى خمسمائة ميل .



(شكل ٢)

ربما يصل صاروخ من هذا النوع إلى ارتفاعات تزيد عن ١٠٠ ميل، ويمكن استعماله فى دراسة طبقات الجو العليا.

اين يوجد الهواء

ومع أن الهواء عديم اللون ولا نستطيع أن نراه، إلا أنه موجود فى كل مكان وربما تساعدك تجربة بسيطة للتحقق من ذلك .

تجربة ٤

اين يوجد الهواء ؟

املأ كوباً بالماء واتركه لبضع ساعات فى حجرة دافئة . وكذلك املأ كوباً آخر بالماء وضعه فى ثلاجة . اختبر كل كوب بعد ساعتين أو ثلاثة . هل هناك أى دليل على أن الهواء كان ذائباً فى الماء ؟

ضع كتلة من التربة فى طبق به ماء كاف لغمرها دون أن تكسرها . هل تحتوى التربة على هواء ؟ ما هو دليلك ؟ كرر التجربة باستخدام قطعة من التربة من مكان آخر . هل تحصل على نفس النتيجة ؟

أعد التجربة مستخدماً قطعة من الطوب الأحمر . ما هو رأيك فى هذه المسألة . أين يمكن أن يوجد الهواء ؟

من هذه التجارب نجد أن الهواء موجود فى الماء وفى التربة وفى بعض

المواد الصلبة مثل الطوب الأحمر . كذلك فهو موجود فى أجسامنا وفى الكهوف وفى المناجم العميقة .

ماذا نعنى بكلمة مادة ؟ إننا نسمى الخشب والطباشير مواد . والماء والزجاج والصخور أيضاً كلها مواد . وكذلك الحديد والجلد فهى أيضاً مواد . كيف نقرر أن شيئاً ما مادة أو لا مادة ؟ بمناقشة هذه الأسئلة نجد أن هناك اختبارين : (١) هل لها وزن ؟ (٢) هل تشغل حجماً ؟ دعنا نطبق هذين الاختبارين على الهواء .

تجربة ٥

هل للهواء وزن ؟

انفخ كرة قدم أو كرة سلة بالهواء بوساطة منفاخ ، ثم ضعها على كفة ميزان وزنها ، ثم أفرغها من الهواء وتأكد من إخراج كل الهواء منها ثم زنها ثانياً . ما هو استنتاجك للإجابة على السؤال « هل للهواء وزن » ؟

تجربة ٦

هل يشغل الهواء حيزا ؟

ضع سداداً به فتحتان فى فوهة زجاجة وأدخل قمعاً فى إحدى الفتحتين واسكب ماء داخل الزجاجة . ضع الآن إصبعك جيداً فوق الفتحة الأخرى وأعد سكب الماء فى الزجاجة بالقمع . كرر العملية حتى تصل إلى معرفة هل يشغل الهواء حيزاً أم لا ؟ هل يمكن التحكم فى هذه التجربة ؟ اشرح . هل تقترح تجربة أخرى لتثبت أن الهواء يشغل حيزاً ؟

يجوز أنك قد شاهدت عندما تفرغ سائلا من زجاجة أو تشرب قليلا منه ، أنه عندما يخرج السائل من الزجاجة يحل الهواء محله . هذا يثبت أن الهواء يشغل حيزاً .

والهواء ، كما نعرفه ، هو غاز ، ولكن يمكن تحويله إلى سائل أو صلب ؛ إذ عندما يبرد إلى حوالى ٢٠٠° م تحت الصفر المئوى يتحول إلى سائل أزرق ويتجمد إذا برد أكثر من ذلك ، وهذه التغيرات تثبت أن الهواء مادة .

اختبر معلوماتك

١ — ما هما أقرب طبقتى الهواء الجوى للأرض ؟

٢ — اذكر خاصيتين مميزتين مهمتين لكل من هاتين الطبقتين .

٣ — على ماذا تستند إليه معلوماتنا أن ارتفاع طبقة الهواء الجوى هى مائة ميل ؟

٤ — كيف أثبت أن الهواء مادة ؟

المسألة الثانية — كيف يقاس ضغط الهواء ؟

ضغط الهواء

عرفت من تجربة الكرة أن للهواء وزناً مهما كانت كميته ، وبسبب وزنه فانه يبدى ضغطاً . فارتفاع طبقة الجو الكبير يسبب ضغطاً للطبقة القريبة للأرض نظراً لوزن الهواء الهائل فوقها . فكر الآن فى كل الهواء الذى فوقك وتذكر أن لكل جزء منه وزناً يضغط على كل الهواء الذى تحته . انه يشبه مجموعة من الوسائد مرتبة فوق بعضها . نلاحظ أن الوسادة السفلى قد أصبحت أكثر استواء لأنها تحمل ضغط كل الوسائد الأخرى التى فوقها . يزيد ضغط الهواء على مساحة ٣٠ قدماً مربعة عن ٩٠٠ طن !

ونحن نذكر دائماً « ضغط الهواء » . فهل تعرف ماذا تعنى ؟ يضغط الهواء على كل شيء على الأرض وأيضاً يبدى ضغطاً جانبياً وإلى أعلى ، فمثلا ينهار سقف إذا لم يضغط بالهواء الذى تحته إلى أعلى بقوة مساوية لضغط الهواء فوقه . وتنضغط أجسامنا أيضاً إذا لم يتساو ضغطا الهواء داخل وخارج أجسامنا . وعندما تهب رياح الترنادو الدوامية الشديدة وتنتقل السحب ، يقل ضغط الهواء وحينئذ تنفجر أحياناً المبانى إلى الخارج نظراً لكبر ضغط الهواء داخلها عن خارجها .

تجربة ٧

هل يدفع الهواء من الجانب والى اعلى ؟

املأ كوباً بالماء حتى آخره وضع قطعة من الورق أكبر كثيراً من الكوب على فوهته واضغط عليه قليلا . اقلب الكوب رأسياً فوق حوض .

فهل تسقط الورقة ؟ ماذا يحملها ؟ والآن أدر الكوب واجعله أفقياً . هل تسقط الورقة ؟ ماذا يحملها ؟ أدر الكوب فى اتجاهات مختلفة ، ما النتيجة التى تصل إليها ؟

إذا وزنت عموداً من الهواء يمتد من سطح البحر إلى آخر الطبقة الجوية على مساحة بوصة مربعة ، تجد أنها تزن حوالى ٧ر١٤ رطلا . وبذلك نقول ان ضغط الهواء عند سطح البحر على بوصة مربعة هو ٧ر١٤ رطلا .

إذا كنت قد ركبت طائرة فلا بد أن تكون قد أحسست بدوار فى آذانك ، ممكن تفسيره بأنك كلما بعدت عن الأرض يقل ضغط الهواء ، وبذلك يضغط الهواء داخل رأسك على غشاء « طبلة » الأذن إلى الخارج ويحدث هذا لأن كمية الهواء عندك أقل من كميتها على سطح الأرض . كذلك يجد متسلقو الجبال صعوبة فى التنفس على ارتفاعات شاهقة نظراً لصغر ضغط الهواء . ويزداد الضغط داخل حجرات الطائرات التى تطير على ارتفاعات شاهقة . كما أن ضغط الهواء على جبال روكى أقل من ضغط الهواء على أى مدينة على الشاطىء ؛ ويبين الجدول الآتى ضغط الهواء على ارتفاعات مختلفة :

	ضغط الهواء رطل لكل بوصة مربعة
سطح البحر	٧ر١٤
جبل ماكينلى ، ارتفاعه ٨ر٣ ميلا ...	٥ر٧
جبل أفرست ، ارتفاعه ٥ر٥ ميلا	٥
أعلى نقطة وصل إليها الإنسان	١
أعلى نقطة وصل إليها بالون جوى	$\frac{1}{2}$

وستبين التجربة التالية قوة ضغط الهواء .

تجربة ٨

كيف تحطم علبة من الصفيح بضغط الهواء ؟

أحضر علبة سعتها جالون واحد مقفلة بغطاء محوى أو بسداد محكم . ضع بداخلها قليلا من الماء ارتفاعه حوالى بوصة وسخنها إلى أن يخرج البخار

من الفوهة . اقفل الفوهة بسرعة، بالغطاء المحوى أو بالسدادة ، وأبعد العلبة عن مصدر الحرارة واتركها تبرد لبضع لحظات ولاحظ النتائج . ماذا توضح هذه التجربة ؟ انها تجربة يمكن التحكم فيها .

فى عام ١٦٥٠ قام اوتو فون جيريك ، وهو ألمانى عاش فى مدينة ماجدبرج ، بتجربة مهمة على ضغط الهواء . فلقد صمم نصفى كرة معدنية بحيث انهما يلتئمان مع بعضهما بإحكام . وعندما خلخل الهواء من داخل الكرة لم يستطع فريقان من الخيل مربوطان بنصفى الكرة أن يفصلاهما عن بعضهما وذلك لضغط الهواء الخارجى عليهما . ويمكنك عمل تجربة مماثلة .



(شكل ٣) هل يمكنك تفسير استخدام التفريغ الجزئى فى كل جهاز ؟

تجربة ٩

كيف يمكن اجراء تجربة نصفى الكرة باستخدام كاسين ؟

أحضر كأسين كبيرتين من المطاط . بلل حرفيهما واضغطهما تجاه بعضهما بإحكام ، وحاول فصلهما . ماذا يمسكهما ببعض ؟ هل هذه تجربة يمكن التحكم فيها ؟ كيف تجرى التجربة لتثبت أن الهواء هو الذى يمسكهما ببعض ؟ هل يمكنك إجراء تجارب أخرى بهاتين الكأسين من المطاط ؟

لقد رأيت فى تجاربك : تطبيق العلبة ومسك الكأسين ببعض ، رأيت تأثير ضغط الهواء عندما يكون الضغط أكبر خارج جسم عن داخله . لقد طرد البخار الهواء فى تجربة العلبة ولما برد وتكثف إلى ماء ، شغل هذا الماء حجماً أقل من الذى كان يشغله البخار ، وبذلك ترك جزءاً مفرغاً فى العلبة وقلل الضغط داخلها . وبذلك حطم العلبة ضغط الهواء الخارجى وهو الأكبر .

هل يمكنك تفسير حدوث فراغ جزئى داخل الكأسين ؟ ما هى الأحوال الأخرى التى يستخدم فيها التفريغ الجزئى . سيساعدك (شكل ٣) فى الإجابة على هذا السؤال .

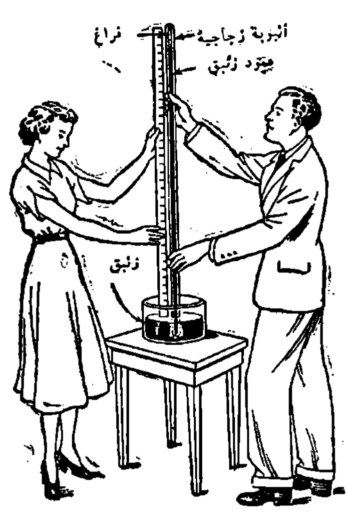
قياس الضغط الجوى

يمكن قياس ضغط الهواء . فقد اكتشف العالم الإيطالى ، جاليليو ، حوالى عام ١٦٣٨ ، أن مضخة رافعة لا يمكنها رفع ماء من بئر لأكثر من ٣٠ قدماً ، ولكنه لم يعرف السبب . وفى عام ١٦٤٣ ، عرف السبب تلميذان من تلاميذه وهما تورشيللى وفيفيانى وقالا : إنه بما أن للهواء وزناً فهو يضغط على سطح البئر وأن ضغط الهواء كله هو وزن عمود من الماء ارتفاعه ٣٤ قدماً . وبما أن الزئبق أثقل من الماء حوالى ١٤ مرة ، فيمكن لضغط الهواء أن يرفع عموداً من الزئبق ارتفاعه حوالى $\frac{1}{14}$ من ارتفاع عمود الماء أى حوالى $2\frac{1}{2}$ قدم . وقد اقترح تورشيللى تجربة لإثبات ذلك ويمكنك إعادة هذه التجربة.

تجربة ١٠

كيف يمكن اجراء تجربة تورشيللى بضغط الهواء ؟

أحضر أنبوبة زجاجية طولها ٣٤ بوصة تقريباً ، مقفلة من أحد طرفيها واطلب من أستاذك أن يساعدك على ملء الأنبوبة بالزئبق مستخدماً قمعاً وأنبوبة توصيل وبعد ملئها بالزئبق سد طرفها بإصبعك خوفاً من انسكاب الزئبق ونكسها فى حوض صغير به زئبق ، ولا تترك إصبعك فتحة الأنبوبة إلا بعد غمر هذا الطرف تحت سطح الزئبق فى الحوض . ثم ثبت الأنبوبة بحيث لا يمس طرفها قاع الحوض كما فى (شكل ٤).



(شكل ٤) قياس ضغط الهواء

قس ارتفاع عمود الزئبق فوق سطح الزئبق فى الحوض . وكرر قراءات مماثلة فى

بضعة أيام متتالية . لماذا ينخفض الزئبق فى الأنبوبة ؟ وماذا يرفعه فى الأنبوبة

ولقد اكتشف تورشيللى ، كما عملت فى تجربتك ، أن عموداً من الزئبق ارتفاعه حوالى ٣٠ بوصة يبدى ضغطاً كالذى يبديه عمود من الهواء من الهواء يساوى ارتفاع طبقة الجو . ويسمى الجهاز الذى استخدمته فى تجربتك بارومتر زئبقى . ويوجد فوق سطح الزئبق فى الأنبوبة فراغ جزئى ويبقى الزئبق بالأنبوبة مرفوعاً بتأثير ضغط الهواء على سطح زئبق الحوض ، أى يتوازن عمود الزئبق بالأنبوبة مع ضغط الهواء على سطح زئبق الحوض. وإذا كانت مساحة مقطع الأنبوبة بوصة مربعة ، فيزن الزئبق بالأنبوبة حوالى ١٤٫٧ رطلا عند سطح البحر. ويقاس ضغط الهواء غالباً بارتفاع عمود الزئبق بالبوصات وبذلك ربما يكون الضغط عند سطح البحر ٣٠ بوصة من الزئبق بينما على قمة جبل ماكينلى ربما يكون ١٥ بوصة من الزئبق. ويمكننا القول بأن هذين الضغطين هما ١٤٫٧ رطلا لكل بوصة مربعة فى الحالة الأولى وحوالى ٧٫٥ أرطال لكل بوصة مربعة فى الحالة الثانية

(شكل ٥)

ويبين (شكل ٥) بارومتراً زئبقياً .

باروميتر انرويد

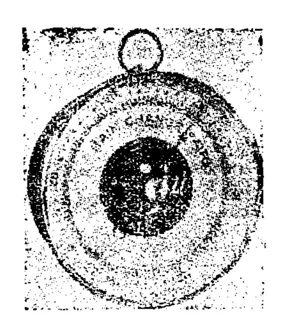
إن البارومتر الزئبقى مفيد جداً فى المعامل ومكاتب الأرصاد ، حيث يمكن تثبيته على الحائط ومن الصعب نقله . على أننا كثيراً ما نحتاج إلى بارومتر ممكن نقله من هنا وهناك أو يؤخذ فى طائرة أو يرسل فى بالون أرصاد ، ولهذه الأغراض يستخدم عادة بارومتر انرويد ، وكلمة « انرويد » معناها « بدون سائل » .

تجربة ١١

ما هو تركيب بارومتر انرويد ؟

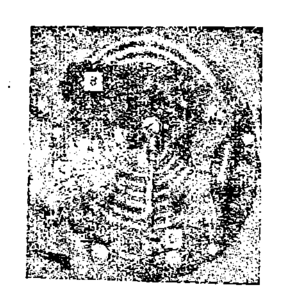
أحضر بارومتر انرويد ، وادرس أجزاءه المختلفـــــة الموضحة فى

(شكل ٧) . ولاحظ تقسيمات التدريج (شكل ٦) وقارن بين قراءتى بارومتر انرويد والبارومتر الزئبقى الذى عملته .



(شكل ٦)
بارومتر انرويد بعد إزاحة وسط واجهته ليظهر تركيبه الداخلى

وأهم جزء فى بارومتر انرويد هو الصندوق المعدنى اللامع ذو السطح المموج وهو مفرغ تماماً من كل الهواء بوساطة مضخة ماصة وملحوم حتى إنك إذا دققت النظر جيداً فيمكنك من رؤية الأنبوبة الصغيرة التى فرغ منها ، كما يمكنك رؤية آثار لحمه بالخام . وهناك ياى قوى يمنعه من الانطباق فاذازاد ضغط الهواء الخارجى ، انضغطت أسطح الصندوق إلى الداخل وانضغط الياى بينما إذا قل ضغط الهواء الخارجى جذب الياى أسطح الصندوق إلى الخارج . وبعد تركيب الصندوق فى وضعه الصحيح ، تسبب حركة هذه الأسطح حركة المؤشر الذى يتحرك على التدريج المرقوم بالبوصات والسنتيمترات الزئبقية .



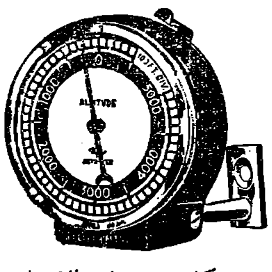
(شكل ٧) تركيب بارومتر انرويد (ا) حجرة صغيرة مفرغة ، (ب) ياى لحفظ الصندوق من الانطباق تحت تأثير الضغط الجوى المعتاد (ج) محور يثبت به مؤشر (٥) ذراع يتحرك إلى أعلى وإلى أسفل عندما يحرك ضغط الهواء سطح الصندوق إلى الداخل والخارج .

استخدام البارومترات

تستخدم البارومترات فى أماكن عديدة ، فيستدل الرجل الرياضى على حالة الجو من بارومتر انرويد لبضع الساعات القادمة.

ويستخدم بارومتر انرويد فى الطائرات للدلالة على ارتفاع الطائرة ويسمى مقياس الارتفاع (شكل ٨) .

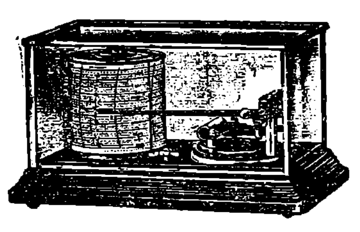
كما نرسل مثل أجهزة بارومتر انرويد فى بالونات الرصد وتكون مصممة على أنها ترسل إشارات لاسلكية للراصد مبينة الضغط على ارتفاعات مختلفة أثناء ارتفاع البالون .



(شكل ٨) مقياس الارتفاع

الباروجراف

تحصل محطات الأرصاد على تسجيلات مستمرة للضغط الجوى بوساطة الباروجراف .وفى الباروجراف، يحرك جهاز بارومتر انرويد إبرة إلى أعلى أو إلى أسفل تتحرك على شريط من الورق مقسم إلى وحدات للضغط، وأيضاً إلى أيام وساعات. ويركب هذا الشريط على أسطوانة تديرها ساعة . وترسم الإبرة على الشريط ، أثناء دوران الأسطوانة ، خطاً متصلا مبيناً الضغط (أنظر شكل ٩) وبمثل هذا الجهاز يمكن تسجيل تغيرات الضغط فى أسبوع كامل على الشريط .



(شكل ٩)

باروجراف يسجل ضغط الهواء باستمرار

اختبر معلوماتك

١ – لماذا يبدى الهواء ضغطاً ؟ ولماذا يقل الضغط الجوى كلما بعدنا عن الأرض ؟

٢ – اشرح كيف يتزن عمود الزئبق فى البارومتر الزئبقى مع عمود هوائى ارتفاعه يساوى ارتفاع طبقة الهواء الجوى ؟

٣ – كيف اخترع البارومتر الزئبقى ؟

٤ – اشرح عمل بارومتر انرويد .

٥ – ماذا يقصد بالفراغ ؟

٦ – بماذا يمتاز الباروجراف على بارومتر انرويد العادى ؟

المسألة الثالثة – ما هو تركيب الهواء ؟

الهواء خليط من غازات

إن طبقة الهواء التى تحيط بالأرض ما هى إلا مخلوط من غازات ، نسبة النيتروجين فيها ٧٨ فى المائة والأكسجين حوالى ٢١ فى المائة ، والواحد فى المائة الباقى يحتوى على عدة غازات منها الأرجون والهليوم والنيون والزينون والكريبتون مختلطة بكميات صغيرة من ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء

والأوزون والنشادر . وهناك طرق عديدة لتحليل الهواء إلى محتوياته وهناك طريقة بسيطة مشروحة فى التجربة القادمة لفصل الأكسجين عن الغازات الأخرى .

تجربة ١٢

كيف يمكن فصل الاكسجين عن غازات الهواء الاخرى ؟

املأ أنبوبة اختبار كبيرة بالماء ثم أفرغها . ضع قليلا من برادة الحديد الناعمة فى الأنبوبة ثم أزل البرادة غير العالقة . نكس الأنبوبة فى كوب أو كأس بها ماء بحيث ينغمر طرف الأنبوبة قليلا تحت سطح الماء واتركها عدة ساعات فى حجرة دافئة . وللمقارنة نكس أيضاً أنبوبة مبللة بدون برادة حديد ، فى الماء . ثم قارن بين ارتفاع الماء فى الأنبوبتين وقارن بين برادة الحديد فى الأنبوبة الأولى وبرادة الحديد الأصلية . قس ارتفاع الماء فى أنبوبة برادة الحديد ثم اقسمه على طول الأنبوبة . ما هو حجم الغاز المفقود من الأنبوبة ؟

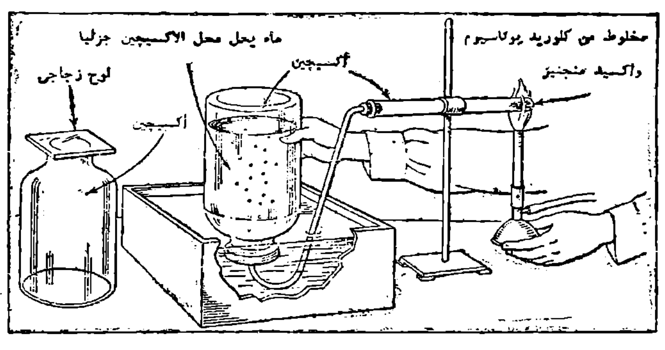
فى هذه التجربة نجد أن برادة الحديد تتحد مع أكسجين الهواء لتكون صدأ الحديد وهى مادة مكونة من حديد وأكسجين . ويقال إن الحديد والأكسجين قد تغيرا كيموياً لأن للمادة الجديدة المتكونة صفات مميزة مختلفة عن صفات الحديد والأكسجين . ويقال إن الحديد قد تأكسد ، ويسمى التغير الكيموى أكسدة ، كما يسمى صدأ الحديد ، وهو المادة الجديدة ، بأكسيد الحديد .

إن المواد التى تكون الهواء هى مجرد مخلوط ؛ فهى ليست متحدة مع بعضها كيموياً . ومثل خليط غازات الهواء كمثل خليط من الرمل والبسلة والفول والماء الذى يمكن خلطها ثم فصلها عن بعض ثانياً .

الاكسجين

يكون الأكسجين $\frac{1}{5}$ حجم الهواء تقريباً . وإذا لم يكن هناك أكسجين فى الهواء لأصبحت الأرض جرداء قاحلة حيث لا حياة بدون أكسجين .

ويقال إن الأكسجين نشط كيموياً ، إذ أنه يتحد بسهولة مع المواد الأخرى ليكون مركبات . وقد شاهدت أنه يتحد مع الحديد مكوناً أكسيد حديد . ويتحد الأكسجين مع الغازات الأخرى مثل الأيدروجين ليكون الماء . دعنا نحضر قليلا من الأكسجين لدراسته عن قرب .



(شكل ١٠) جهاز تحضير الأكسجين

تجربة ١٣

كيف يحضر الأكسجين ؟ وما هى خواصه ؟

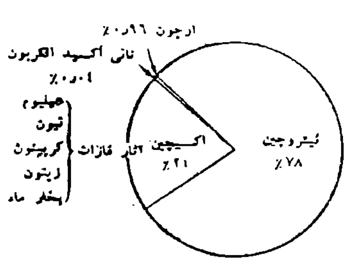
أحضر أنبوبة اختبار من زجاج البيركس وركب الجهاز الموضح بشكل (١٠) . املأ نصف أنبوبة الاختبار بمخلوط مكون من ٤ أجزاء من كلوريد البوتاسيوم وجزء من أكسيد المنجنير وأقفل الأنبوبة بسدادة بها فتحة واحدة ينفذ منها أنبوبة توصيل زجاجية قصيرة . سخن محتويات أنبوبة الاختبار . املأ ثلاثة أو أربعة مخابير بالماء وغطها بألواح زجاجية ونكسها فى حوض به ماء . أدخل طرف أنبوبة التوصيل فى فوهة المخبار بعد خروج الغاز (الأكسجين) إذ يظهر على هيئة فقاقيع فى ماء الحوض . املأ ثلاثة أو أربعة مخابير بالأكسجين بإزاحة الماء . أمسك قطعة من صوف الصلب بوساطة ماسك وأشعلها من لهب وضعها بسرعة فى مخبار أكسجين . ماذا يحدث ؟ أشعل قطعة من الخشب وأطفىء لهبها ثم ضعها وهى متوهجة فى مخبار أكسجين ، ما الفرق بين هذه النتيجة والتى حصلت عليها من تجربة قطعة القطن؟ وماذا تستنتج عن الأكسجين؟

النيتروجين

النيتروجين ، الذى يكون ⅘ حجم الهواء ، مهم أيضاً لكل الكائنات الحية . وهو غاز لا لون له ولا يتحد بسهولة مع المواد الأخرى . ومعظم الكائنات الحية تأخذ الأكسجين اللازم لها مباشرة من الهواء بعكس النيتروجين الذى يحصل عليه بطريقة غير مباشرة . فالنيتروجين الذى فى الهواء يجب أن يتحول أولا إلى مركب كيموى يذوب فى الماء ويدخل التربة وهنا تمتصه جذور النباتات ويدخل فى أنسجة النبات . وبما أن الحيوان يأكل النباتات والإنسان بدوره يأكل لحم الحيوانات كما يأكل النباتات ، وبهذه الطريقة يحصل جسم الإنسان على معظم النيتروجين الذى يحتاجه .

الأرجون والنيون

الأرجون غاز يشبه غاز النيتروجين فى أنه لا لون له وخامل جداً . وهو يكون أقل من واحد فى المائة من حجم الهواء . ونظراً لأنه لا يتحد مطلقاً مع المواد الأخرى فغالباً ما يستخدم فى ملء المصابيح الكهربية ليقلل من تبخر التنجستن المصنوع منه الفتيل . ويحصل على الأرجون تجارياً من الهواء السائل



(شكل ١١) مقارنة بين النسبة المئوية للنيتروجين والأكسجين فى الهواء

ويستخدم لتلوين الإشارات الكهربية . أما غاز النيون فهو أحد الغازات النادرة ويوجد فقط بكميات ضئيلة جداً فى الهواء ويستخدم أيضاً فى تلوين الإشارات الكهربية .

ثانى اكسيد الكربون

يوجد ثانى أكسيد الكربون بكميات ضئيلة جداً فى الهواء . وتحت الظروف العادية ، يوجد فقط ٣ أو ٤ جالونات من ثانى أكسيد الكربون فى كل ١٠٠٠٠ جالون من الهواء . وينطلق هذا الغاز فى عملية الزفير لكل الكائنات الحية كما ينطلق فى الهواء الجوى إذا حرق الفحم والكوك والزيت

أو الخشب . ومع هذا فان الهواء لا يمتلىء بغاز ثانى أكسيد الكربون لأنه فى الوقت نفسه الذى ينطلق فيه هذا الغاز فى الهواء ، تمتصه جميع النباتات الخضراء التى تكون المواد الغذائية منه ومن ماء التربة باستخدام طاقة الشمس . وثانى أكسيد الكربون أكبر كثافة من الهواء ولا يحترق ونظراً لهاتين الصفتين فانه كثيراً ما يستخدم فى مطفئات الحريق . ويعرف ثانى أكسيد الكربون فى صورته الصلبة باسم « الثلج الجاف » الذى يمكن استخدامه فى حفظ المثلجات باردة .

بخار الماء فى الهواء

يوجد بخار الماء دائماً فى الهواء ، لأن الماء يتبخر من المحيطات والبحيرات والأنهار والأجسام المائية الأخرى ولأن الكائنات الحية تطلقه فى عملية الزفير . وتختلف كمية بخار الماء من يوم لآخر. وسندرس بالتفصيل فى فصل آخر الدور الذى يقوم به الماء فى الهواء .

الهواء النقى والصحة

الهواء النقى أساسى للصحة ويصير الهواء غير نقى للتنفس إذا وجدت فيه ذرات غبار أو كائنات نباتية دقيقة يسبب بعضها الأمراض ، أو غازات خطرة . ومع أننا لا نستطيع إزالة هذه الشوائب من الهواء بأنفسنا إلا أن هناك عدة طرق لحفظ الهواء نقياً قدر المستطاع .

ولبعض مدننا الكبيرة الآن قوانين تنظم أنواع الوقود الذى يمكن حرقه والدخان والغازات غير الضارة التى تخرج للهواء بسبب الصناعات . وقد حدثت أنه تفشت أمراض تنفسية فى إحدى مدن بنسلفانيا الصناعية وكان من نتيجتها عدة حالات وفاة وظن أن سببها هو الغازات المتصاعدة من الآلات الصناعية . فاذا كان لمدينتك قانون خاص بالغازات والأبخرة المتصاعدة فى الهواء فتعلمه وألم به جيداً .

وتعتبر السيارات مصدر مشكلة خطيرة تتعلق بالهواء غير النقى ، فالجازولين يحتوى على كربون ، وعند احتراقه مع كميات كافية من الهواء

ينتج ثانى أكسيد الكربون غير الضار بالصحة . أما إذا احترق فى آلة السيارة ، حيث الهواء قليل ، فيتكون غاز أول أكسيد الكربون السام . فيتصاعد هذا الغاز فى الهواء من السيارات واللوريات فى الشوارع الرئيسية وتنفسه ولو بكميات صغيرة يسبب الوفاة . وبذلك لا يصح قفل الجراج أثناء دوران موتور سيارة بداخله .

وبما أننا نقضى جزءاً كبيراً من يومنا داخل المنزل ، فيجب أن نتأكد جيداً أن حجرات العمل والنوم بها كميات مناسبة من الهواء النقى . وقد قدرت كمية الهواء النقى التى يحتاج إليها الشخص بحوالى ١٦٠٠ قدم مكعبة فى الساعة . ونشعر بالضيق فى حجرة رديئة التهوية لزيادة الرطوبة المتبخرة من أجسامنا أكثر من نقص الأكسجين بها . وبذلك يجب علينا تهوية حجراتنا بحيث يخرج هواء الزفير منها ويحل محله هواء نقى باستمرار .

وهواء الزفير أدفأ وأقل كثافة من الهواء النقى ، وبذلك يزيح الهواء النقى البارد هواء الزفير إلى أعلى الحجرة . فاذا فتح شباك من أسفل ومن أعلى ، دخل الهواء النقى من الجزء السفلى وخرج الهواء الفاسد من الجزء العلوى . ويستحسن فى حجرة النوم أن يفتح الجزء العلوى من شباك والجزء السفلى من شباك آخر حتى يتجدد الهواء . وحيث ان تيار الهواء خطر فيستحسن وضع حاجز بالقرب من الجزء السفلى للشباك ليوجه الهواء الداخل للحجرة إلى أعلى . وسندرس تكييف الهواء فى فصل تال .

اختبر معلوماتك

١ — ما هى الغازات الموجودة فى الهواء ؟

٢ — ما أهمية كل من الغازات الآتية : الأكسجين ، النيتروجين ، ثانى أكسيد الكربون ، الأرجون ، والنيون ؟

٣ — ماذا يعكر نقاء هواء التنفس ؟

٤ — كيف تحصل أجسامنا على النيتروجين ؟

٥ — كيف يحضر الأكسجين ؟

٦ — كيف يجب تهوية حجرة ؟

المسألة الرابعة – لماذا تحترق الأشياء ؟

التأكسد البطىء والتأكسد السريع

لعلك رأيت حديداً صدئاً وناراً مشتعلة ، وربما شاهدت انفجار مادة كالجازولين . تحدث هذه الأشياء ، عندما يتحد الأكسجين بمادة أخرى . وقد علمت الآن أن هذه العملية تسمى أكسدة ، وتحدث الأكسدة بسرعات مختلفة ، فعندما يصدأ الحديد تكون الأكسدة بطيئة ولكن عند اشتعال نار تكون الأكسدة سريعة ، وعندما ينفجر الجازولين تكون الأكسدة لحظية أى سريعة جداً . وربما يكون المثال المألوف للأكسدة هو احتراق الوقود مثل الخشب أو الفحم .

تجربة ١٤

لماذا تتأكسد بعض المواد ببطء وتحترق الأخرى بسرعة ؟

(ا) جهز قارورة أو دورقاً زجاجياً بسدادة من المطاط بها فتحة واحدة تنفذ منها أنبوبة زجاجية ، طولها حوالى ١٥ بوصة ، نظف جيداً جانباً من صوف الصلب بغسلها فى حامض الكلوردريك المخفف أو الخل ثم بللها بالماء . وكذلك بلل الجدار الداخلى للقارورة وفرغها من الماء ثم أدخل صوف الصلب فى الدورق واقلبه منكساً طرف الأنبوبة فى حوض به ماء . هل يتغير مظهر صوف الصلب ؟ هل يفقد شىء من هذا الدورق ؟ هل تتغير درجة حرارة الدورق ؟ هل تستطيع تفسير هذه التغيرات ؟

(ب) أحضر علبة صفيح غطاؤها محكم مثل علبة الطلاء واثقب فتحة فى وسط غطائها ، قطرها حوالى ربع بوصة ، ثم اثقب فتحة أخرى بالقرب من قاع العلبة قطرها حوالى نصف بوصة ، واقفل العلبة بالغطاء ، واملأها بالغاز مستخدماً أنبوبة توصيل تصل صنبور الغاز بالفتحة الكبيرة قرب القاع . أمرر الغاز إلى أن يخرج من الفتحة الصغيرة فى غطاء العلبة ثم اقفل الغاز وانزع أنبوبة التوصيل وأبعد العلبة ثم أشعل الغاز من الفتحة العليا فى الغطاء . ابتعد بضع ياردات إلى الوراء وشاهد اللهب وانتظر حتى تخمد النار ولا تستطيع

رؤيتها ، فى هذه اللحظة ستحصل على انفجار شديد . هل يمكنك إبداء تفسير معقول لما حدث ؟ وما هى نسبة كمية الهواء إلى كمية الغاز فى العلبة فى لحظة الانفجار ؟

توضح هذه التجربة أنه يفقد شيء من الهواء المحيط بصوف الصلب عندما يتأكسد ببطء أو عندما يصدأ الحديد . وقد ظهر هذا عندما ارتفع الماء فى الأنبوبة ليحل محل المادة التى انتزعت من الهواء . وقد رأيت إذا نجح الجزء الثانى من تجربتك أنه إذا خلطت كمية صغيرة من الغاز مع كمية كبيرة من الهواء يتكون مخلوط مفجر .

شروط الاحتراق

ما هى الشروط اللازمة للاحتراق ؟ ربما لاحظت أن الرمل والاسبستوس لا يشتعلان ، وأن الخشب الرقيق والورق يشتعلان أسرع من الفحم ، وأن اشتعال أوراق الشجر الجافة تخمد إذا كوم فوقها أوراق رطبة ، ولكن تشتعل مرة أخرى إذا مرت نسمة من الهواء فوقها . هل يمكنك اقتراح الشروط اللازمة للاشتعال ؟

أنت تعرف أن الأكسجين هو أحد الغازات المكونة للهواء . والأكسجين أحد ثلاثة عوامل أساسية للاشتعال . فتخمد نار الأوراق الجافة إذا كوم فوقها أوراق رطبة لأن هذه الأوراق تمنع عنها الهواء الذى يمد عملية الاحتراق بالأكسجين . وباتحاد الأكسجين مع الطعام الذى نأكله ، تتولد الطاقة اللازمة لنشاطنا الحيوى . وحينما يمرض شخص بمرض فى رئتيه ولا يمكنه تنفس كمية الأكسجين اللازمة له ، يوضع فى خيمة أكسجين بها كمية من الأكسجين أكثر من نسبته فى الهواء العادى .

لاتحترق الصخور أو الرمل أو الزجاج أو المواد المعدنية مثل الاسبستوس لأنها اتحدت تماماً بأكبر كمية ممكنة من الأكسجين . يمكن سحب الزجاج إلى خيوط رفيعة ، وبذلك تكون الستائر المصنوعة منها غير قابلة للحرق . يحترق الخشب والورق وزيت الوقود والجازولين والغاز والفحم لأنها قابلة للاتحاد

مع الأكسجين . والعامل الثانى بعد ذلك للاشتعال هو المادة السهلة الاشتعال ، وهى المادة التى يمكن اتحادها بالأكسجين .

ربما تعرف أنه فى إشعال نار ، يستخدم فيها ورق أولا ثم قطع خشبية صغيرة أو مادة مماثلة وبعد اشتعال النار فيها يمكن وضع قطع الخشب الكبيرة وأخيراً يمكن إضافة الفحم . كل من هذه المواد تشتعل فى درجات حرارة مختلفة وتسمى أقل درجة حرارة تشتعل عندها المادة وتستمر فى الاحتراق بدرجة الاشتعال . فدرجة اشتعال الورق أقل من درجة اشتعال الخشب أو الفحم . يوجد فى طرف عود الكبريت الذى نستخدمه فى إشعال النار ، مواد كيموية تشتعل من حرارة احتكاك العود بسطح خشن ولها درجة اشتعال منخفضة أقل من درجة اشتعال الورق أو الخشب الرقيق وبذلك يكون العامل الثالث اللازم للاشتعال هو أنه يجب رفع درجة حرارة المادة إلى درجة حرارة اشتعالها .

وتتلخص العوامل الثلاثة الرئيسية للاشتعال فى : (١) وجود الأكسجين (٢) مادة قابلة للاشتعال (٣) رفع درجة حرارة المادة إلى درجة اشتعالها .

نتائج الاحتراق

ما هى نتائج الاحتراق ؟ لقد رأيت أنه عندما يصدأ الحديد ، يتحد مع أكسجين الهواء ليكون مركباً كيمياً يسمى أكسيد الحديد . وتعرف الآن أن صدأ الحديد عملية تأكسد بطيئة وأن كل احتراق ما هو إلا اتحاد المادة بالأكسجين . دعنا نرى ماذا يحدث عندما تحترق مواد أخرى .

تجربة ١٥

ما ناتج احتراق شمعة ؟

أحضر زجاجة لبن أو برطمان مربى مثلا وقطعة سلك طولها حوالى قدم وشمعة . الشمعة مكونة من مواد كيموية تحتوى على كل من الكربون والايدروجين . لف السلك حول طرف الشمعة حتى يمكن إنزالها داخل

الوعاء الزجاجي . حضر قليلا من ماء الجير وذلك بتقليب قليل من الجير فى كأس بها ماء ثم اتركها لمدة ليلة أو حتى يترسب الجير ويصبح الماء فوقه رائقاً . وخذ باحتراس ماء الجير بدون أخذ أى جزء من الراسب ككاشف للتجربة .

أشعل الشمعة وأنزلها فى الوعاء ولاحظ ما يحدث لها بعد احتراقها لبرهة قصيرة . أخرج الشمعة وصب حوالى ملعقة مملوءة بماء الجير فى الوعاء ولاحظ ماذا يحدث له . فاذا تعكر ماء الجير يكون ذلك اختباراً أو إثباتاً لوجود غاز يسمى ثانى أكسيد الكربون . كيف يمكنك التحكم فى هذه التجربة لتتأكد من أن مصدر ثانى أكسيد الكربون هو من احتراق الشمعة ؟ أشعل الشمعة مرة أخرى وقرب لهبها من زجاجة باردة أو سبورة . ماذا يحدث ؟ وما رأيك فيما يحدث ؟ إذا كان رأيك هو تكوّن ماء فأنت على صواب. ماذا يصل إليه استنتاجك على سؤال هذه التجربة ؟

ثانى أكسيد الكربون مركب كيمى يتكون عندما يتحد الكربون كيموياً مع الأكسجين ويمكن تمثيل ذلك بالمعادلة :

كربون + أكسجين = ثانى أكسيد كربون .

والماء مركب كيموى يتكون عندما يتحد الأيدروجين كيمياً مع الأكسجين :

أيدروجين + أكسجين = أكسيد الأيدروجين (ماء)

هل كل المواد المحتوية على أيدروجين وكربون تكون ثانى أكسيد كربون وماء عندما تحترق ؟ كثير من المواد التى نستخدمها للوقود مثل الورق والخشب والزيت والغاز والجازولين والكيروسين تحتوى على أيدروجين وكربون وكذلك أيضاً معظم أطعمتنا مثل السكر والبطاطس والقمح والفول والخبز وغيرها تحتوى على كربون وأيدروجين وتتأكسد هذه الأطعمة ببطء فى أجسامنا وتعطينا الدفء والطاقة التى نستغلها فى حياتنا اليومية . فهل تعتقد أنها تنتج ثانى أكسيد كربون وبخار ماء كنتائج لاحتراقها ؟

تجربة ١٦

هل تنتج بعض الأطعمة والوقود ، ثانى اكسيد الكربون وبخار ماء ، نتيجة لتاكسدها ؟

أحرق بعض الورق فى كأس واختبر الهواء بداخلها بوساطة ماء الجير . لف ورقة على هيئة شعلة ثم أشعلها . قرب اللهب من سبورة باردة أو كأس زجاجية . أشعل شظية خشب وقرب لهبها من سبورة أو كأس زجاجية . دع زفيرك ينفذ فى ماء الجير الصافى خلال أنبوبة . انفخ زفيرك على سبورة أو كأس زجاجية . ما هى النتيجة التى تستخلصها من الإجابة على سؤال هذه التجربة ؟ وكيف تجعلها تجربة يمكن التحكم فيها ؟

دعنا نلخص ماذا علمت عن التأكسد . فالتأكسد هو اتحاد الأكسجين مع المادة وينتج من ذلك مركب كيموى يعرف باسم الأكسيد . وحينما يتأكسد الكربون يتكون ثانى أكسيد الكربون ، وحينما يتأكسد الحديد يتكون أكسيد الحديد (الصدأ) وحينما يتأكسد الأيدروجين فيتكون أكسيد الايدروجين (الماء) . وبذلك فان أكسيد الحديد وثانى أكسيد الكربون والماء هى النتائج الكيموية للتأكسد . وهناك دائماً ناتج آخر لعملية التأكسد ، وهو انطلاق طاقة حرارية أو ضوئية .

التحكم فى التأكسد

كيف نتحكم فى التأكسد ؟ تتلف كل عام أشياء تقدر قيمتها بملايين الدولارات بالتأكسد ؛ إذ أن كل الأشياء المصنوعة من الحديد والصلب تصدأ بالتأكسد البطىء ما لم تطل لكى لا تكون معرضة لأكسجين الهواء . وكذلك تدمر النيران والانفجارات آلاف المنازل والأرواح سنوياً وبذلك يجب أن يعرف كل شخص طرق التحكم فى التأكسد .

لنتذكر ثانياً الشروط الأساسية للاشتعال وهى : (١) مادة ممكن اشتعالها (٢) وجود الأكسجين (٣) رفع درجة حرارة المادة إلى درجة حرارة اشتعالها . فهذه العوامل الثلاثة هى التى تعطينا مفتاح التحكم فى الاشتعال ؛ فمثلا يجب أن نحافظ على المواد الممكن اشتعالها فى الأماكن المعرضة لشبوب

النيران فيها ، وذلك بتغطيتها بالاسبستوس أو الحجارة أو الأسمنت أو بأية مادة أخرى غير قابلة للاشتعال . وإذا شبت نار فهناك طريقتان لإخمادها : إما بمنع الأكسجين أو بتبريد المادة المشتعلة إلى درجة حرارة أقل من درجة اشتعالها .

هناك طرق عديدة لتبريد مادة مشتعلة لدرجة أقل من درجة اشتعالها ، فمثلا يصب ماء على النار لأنه يغطى النار ويمنع عنها أكسجين الهواء .

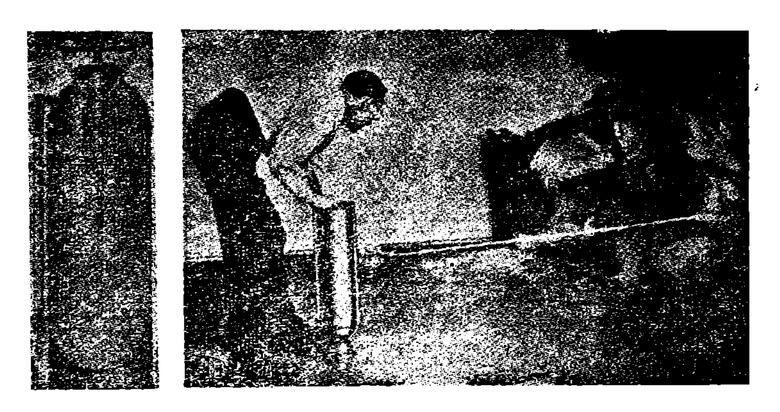
كذلك يمكن استخدام ثانى أكسيد الكربون لتبريد مادة تحت درجة اشتعالها ولذلك فهو يستخدم فى مضخات الإطفاء . فلإطفاء حريق يسمح للغاز بالخروج وبذلك يتمدد ، وإذا تمدد غاز انخفضت درجة حرارته ، وبذلك تنخفض درجة حرارة ثانى أكسيد الكربون بسرعة حتى إنه يتحول إلى جسم صلب أبيض بارد جداً يسمى جليد ثانى أكسيد الكربون أو الثلج الجاف . وثانى أكسيد الكربون الصلب بارد جداً حتى إنه يبرد بسرعة درجة حرارة الجسم المشتعل تحت درجة حرارة اشتعاله وبذلك يساعد على إطفاء النار . وعندما يوضع ثانى أكسيد الكربون الصلب فى النار يتحول ثانياً إلى غاز وبما أنه أكبر كثافة من الهواء فانه يغطى النار ويساعد فى منع الأكسجين عنها . ربما ترغب فى تحضير قليل من ثانى أكسيد الكربون وإجراء تجارب عليه .

تجربة ١٧

كيف يحضر ثانى اكسيد الكربون ؟ وما هى خواصه ؟

ضع ملء ملعقتين من مسحوق بيكربونات الصوديوم فى قاع زجاجة لبن أو دورق وأضف إليه قليلا من حامض الكلوردريك أو الخل أو عصير الليمون . وعندما تختفى الفقاقيع ، اغمس قضيباً زجاجياً فى ماء الجير الرائق ثم علقه فى الدورق واختبر نقطة ماء الجير . هل اختبرت وجود ثانى أكسيد الكربون ؟ والآن ، ضع سريعاً قطعة مشتعلة من الفحم فى الدورق . كرر التجربة مستخدماً شمعة مشتعلة . هل يطفىء ثانى أكسيد الكربون الاشتعال ؟

هل هناك أى دليل من هذه التجربة على أن ثانى أكسيد الكربون أكبر كثافة من الهواء ؟



(شكل ١٢) مطفئة حريق من نوع الصودا – الحامضية والطريقة الصحيحة لاستعمالها

ربما قد رأيت مطفئة الحريق فى بناء مدرستك ، أو فى أى مكان آخر ، كالمبينة فى شكل (١٢) من نوع الصودا – الحامضية . وزيادة فى الاطمئنان يجب أن تعرف تركيب هذه المطفئة وطريقة استخدامها .

فيملأ خزانها بمحلول بيكربونات الصوديوم فى الماء وتحتوى الزجاجة الصغيرة بالقرب من القمة على حامض أو أى مركب كيموى آخر يتفاعل كيمياً مع محلول الصودا وينتج ثانى أكسيد الكربون . وعندما تقلب المطفئة ، تتفاعل المواد الكيموية منتجة ماء وغاز ثانى أكسيد الكربون الذى يسبب ضغطاً داخل الخزان وبذلك يضغط على الغاز والماء فيخرجان من فوهة الخرطوم وبذلك يمكن توجيهها نحو النار التى تنطفىء بتأثير برودة الماء وثانى أكسيد الكربون وبخار الماء الذى يمنع إمداد الأكسجين .

ولاستخدام مثل هذه المطفئة ، ارفعها من حاملها على الحائط وضعها رأسية على الأرض وحاول أن تجد شخصاً يساعدك فى رفعها لأن خزانها ثقيل . أمسك الخرطوم وصوبه نحو أسفل النيران ثم اقلبها ودعها تستقر على الطرف الآخر .

ويجب أن تمد كل المنازل والمدارس والمبانى الهامة بمثل هذا النوع من المطفئات ، ويجب على كل شخص أن يتعلم طريقة استخدامها قبل أن تشب النار . فاذا شب حريق فى منزلك أوفى مدرستك ولم يكن هناك مطفئة حريق فى متناول يدك فاقذف النار بكميات من الماء أو الرمل . أما إذا شبت النار فى ملابس شخص فدحرجه على الأرض أو لفه ببطانية ليقف وصول الأكسجين للنار .

لقد لاحظت أنه عندما تتحد المواد كيموياً مع الأكسجين لتحترق ، تنطلق طاقة حرارية . وانطلاق مثل هذه الطاقة الحرارية يحدث أيضاً حتى إذا كان التأكسد بطيئاً ؛ فمثلا أكسدة الطعام ببطء فى أجسامنا يمد الجسم بحرارته وكذلك عملية صدأ الحديد تكون مصحوبة بكمية من الحرارة .

يحدث الحريق أحياناً من عملية التأكسد البطىء ونظن أنها شبت بدون سبب ملحوظ . ويقال إن سبب هذه الحرائق هو الاشتعال اللحظى ؛ فعندما يمزج الطلاء بالزيت ويعرض للهواء فيقال إن الطلاء جف ، والذى يحدث هو أن الزيت يتفاعل مع الأكسجين مكوناً مركباً جافاً . وفى عملية التأكسد البطىء هذه تنطلق طاقة حرارية . وحينما يطلى بناء تنطلق هذه الطاقة الحرارية إلى الجو . أما إذا تكومت قطع من الخرق مبتلة بالزيت ، فان الزيت يتفاعل مع الأكسجين وتنطلق كمية من الحرارة التى تمتصها الخرق وتمنعها من الانطلاق . فاذا تزايدت هذه الطاقة الحرارية ، ترتفع درجة حرارة كوم الخرق إلى أن يصل إلى درجة حرارة اشتعال الزيت وعندئذ ينفجر الكوم مشتعلا « اشتعالا لحظياً » ويسبب ناراً هائلة .

ولتجنب الأخطار ، يجب التخلص بسرعة من الخرق المبتلة بالطلاء والزيت وذلك بمجرد عدم الحاجة إليها أو يجب حفظها فى صندوق معدنى له غطاء وينبغى ألا تكوم هذه الخرق المبتلة بالزيت .

اختبر معلوماتك

١ — ماذا يقصد بكل من التعبيرات الآتية : الاحتراق ، **أكسيد** ، **مركب** ، درجة الاشتعال ، تغير كيموى ، أكسدة ؟

٢ – لماذا لا يحترق ثانى أكسيد الكربون والرمل والماء والاسبستوس بينما يحترق الخشب والورق والفحم والزيت والغاز ؟

٣ – رتب المواد الآتية على حسب درجة اشتعالها مبتدئاً من أقلها :
خشب رقيق ، ورق ، كيروسين ، زيت ، قطع خشبية كبيرة ، فحم .

٤ – اشرح العوامل الأساسية للاشتعال .

٥ – كيف يمكن التحكم فى العوامل المشروحة فى سؤال ٤ ؟

٦ – اشرح طريقة عمل مطفئة الحريق الصودا الحامضية .

المسألة الخامسة – كيف يخدمنا الهواء ؟

الهواء أساسى للحياة نفسها وكذلك مفيد لنا من عدة وجوه . فنحن نركب على وسادة من الهواء داخل إطارات فى عجلات الدراجات والسيارات. وتستخدم الفرامل الهوائية لتأمين سير « الأوتوبيسات » واللوريات والقطارات والسيارات . كما يستخدم الهواء المضغوط فى تشغيل الثاقبات والمطارق المستخدمة فى بناء العمارات الكبيرة و « الكبارى » والأنفاق والخزانات . كما يستخدم فى المحلات التجارية الكبيرة وغيرها فى نقل النقود من البائع إلى الصراف خلال أنابيب . وكذلك تستخدم المضخات لرفع المياه من الآبار فى الأراضى الزراعية . وفى الحقيقة الهواء مهم جداً فى حياتنا اليومية حتى إنه يجب على كل إنسان أن يعرف أكثر عن الطرق التى بوساطتها نتحكم فيه .

عملية التنفس

يعتمد التنفس على ضغط الهواء . فرئتانا عبارة عن كيسين كبيرين يشغلان جزءاً كبيراً من التجويف الصدرى . ويوجد داخلهما شعيرات كثيرة متفرعة من أنابيب أكبر وينتهى طرف كل أنبوبة صغيرة بحويصلة هوائية صغيرة . وتتجمع كل هذه الأنابيب الصغيرة مكونة أنابيب هوائية تتصل بالأنف والحلق بوساطة القصبة الهوائية .

وينفصل تجويف الصدر عن الجزء السفلى للجسم بوساطة حاجز عضلى يسمى بالحجاب الحاجز . وفى حالة الزفير تنخفض عظام الصدر ويتقوس الحجاب الحاجز إلى أعلى فى تجويف الصدر الذى يقل حجمه وبذلك يزداد

ضغط الهواء فى التجويف الصدرى ويدفع الهواء خارج الرئتين . بينما ترتفع عظام الصدر فى حالة الشهيق ويتمدد الحجاب الحاجز وبذلك يزداد حجم التجويف الصدرى ويقل ضغط الهواء بالداخل ، ولكبر ضغط الهواء خارج الجسم ، فيدفع الهواء داخل الرئتين . وتستمر هذه العملية أوتوماتيكياً ثمانى عشرة مرة تقريباً فى الدقيقة . ويخرج فقط حوالى سبع الهواء داخل الرئتين ، فى عملية الزفير العادية وبذلك يترك هواء كثير فى الرئتين يمكن طرده بالتنفس العميق . وعلى ذلك فالتنفس يعتمد على ضغط الهواء .

(شكل ١٣) الجهاز التنفسى فى جسم الانسان . هل تتتبع مسار الهواء ؟

المضخات

تستخدم المضخات ضغط الهواء . ففى الأماكن الزراعية تستخدم المضخات لرفع الماء من الآبار . وفى مدن كثيرة ينظم ضغط الماء بوساطة قوى المضخات . كما تستخدم المضخات فى الصناعات لدفع السوائل فى أنابيب ، كما تجهز بها آلات إطفاء الحريق لدفع الماء من الخراطيم على النار . كذلك تستخدم مضخات الهواء لملء إطارات السيارات وكرات القدم وكرات السلة بالهواء .

وتتركب مضخة الهواء البسيطة أو مضخة العجلة من مكبس يتحرك إلى أعلى وإلى أسفل فى اسطوانة (أنظر شكل ١٤) ويتركب المكبس من قرص دائرى من المعدن ملتصق بجلد مرن أكبر قليلا من قطر الاسطوانة . فاذا تحرك المكبس إلى أعلى نفذ الهواء من حوله إلى الجزء السفلى للاسطوانة وحينما يدفع المكبس إلى أسفل ، يضغط الجلد المرن بإحكام على الهواء بين جدران الأسطوانة ويدفعه إلى الخارج فى الاطار خلال أنبوبة توصيل من المطاط .

(شكل ١٤)
ادرس مقطع مضخة العجلة الهوائيــة المبينة واشرح طريقة عملها .

وتستخدم المضخة الرافعة الشائعة الاستعمال فى منازل القرى فى رفع الماء من الآبار الضحلة وستبين التجربة تركيب المضخة الرافعة وطريقة عملها .

تجربة ١٨

كيف تعمل المضخة الرافعة ؟

افصل الجزء السفلى من مضخة رافعة عن جزئها العلوى الذى يمكن نزعه بفك المسامير التى تربطه . واختبر الصمام السفلى والصمام الذى فى المكبس. ركب المضخة ثانياً وادرس طريقة عملها أثناء رفع ماء بها .

ادرس عمل الصمامات إذا كان هناك نموذج زجاجى لمضخة رافعة ويمكن تركيب نموذج زجاجى للمضخة الرافعة كما هو مبين بالشكل . فالاسطوانة أنبوبة معتدلة والمكبس قرص من المطاط به فتحتان . هناك أنبوبة قصيرة من النحاس الأصفر بها صمام من الجلد يغطى احدى الفتحتين والقاعدة التى فيها الصمام السفلى مكونة من قرص من المطاط به ثقب واحد بداخله صمام من الجلد. ويثبت عمود المكبس، المصنوع من الخشب أو النحاس الأصفر، فى الثقب الآخر بقرص المكبس .

(شكل ١٥) فى أى دفعة للمضخة الرافعة ينفتح صمام القاعدة وصمام المكبس ؟

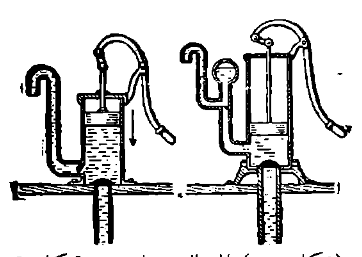
كيف يعمل صمام المكبس فى كل دفعة علوية أو سفلية للمكبس ؟ وكيف يعمل صمام القاعدة فى كل دفعة ؟ ماذا يدفع الماء إلى أعلى داخل المضخة ؟ هل تقترح تجربة لإثبات ذلك ؟

تدل تجربتك على أن هناك صمامين فى المضخة الرافعة وينفتح كل منهما إلى أعلى . وأحدهما فى المكبس والآخر فى قاعدة المضخة كما هو مبين بشكل (١٥) . وحينما يرتفع المكبس إلى أعلى ، ينخفض الضغط داخل الاسطوانة ، تحت المكبس ، عن ضغط الهواء ، وبذلك يدفع الماء داخل الاسطوانة من البئر خلال صمام القاعدة . وحينما يتحرك المكبس إلى أسفل ، يقفل الضغط صمام القاعدة ويفتح صمام المكبس سامحاً للماء بالمرور منه إلى أعلى المكبس

وحينما يدفع المكبس مرة أخرى إلى أعلى يرفع الماء فوق المكبس خارج المضخة ويدفع ضغط الهواء كمية أخرى من الماء داخل الاسطوانة .

وتختلف المضخة الكابسة فى أبسط أشكالها عن المضخة الرافعة فى أن صمامها ليس فى المكبس ولكن فى الأنبوبة الجانبية التى يخرج منها الماء . وعند رفع المكبس إلى أعلى يعمل ضغط الهواء على دفع الماء داخل أسطوانة المضخة خلال صمام القاعدة . و عند خفض المكبس ، يدفع المكبس الماء خارج المضخة خلال صمام الأنبوبة الجانبية . وعيب هذه المضخة الكابسة البسيطة هو أنها تخرج الماء فقط فى حالة دفع المكبس إلى أسفل .

وتعطى المضخة ذات القبة الهوائية انظر شكل (١٦) تياراً منتظماً من الماء . فى دفع المكبس إلى أعلى يدفع الماء من صمام القاعدة إلى أنبوبة المضخـــة . وفى خفض المكبس يندفع الماء خلال الصمام إلى القبة الهوائية والأنبوبة الجانبية . فاذا رفع المكبس ثانياً يتمدد الهواء فى القبة الهوائية ويخرج تياراً منتظماً من الماء إلى الخارج .

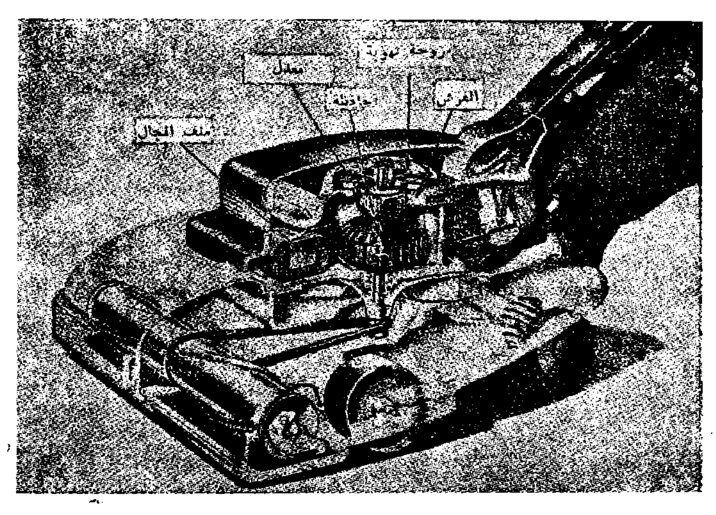


(شكل ١٦) إلى اليســار مضخة كابسة بسيطة ، و إلى اليمين مضخة ذات قبة هوائية

وتستخدم المضخات الرافعة فى الآبار التى يقل عمقها عن ٢٥ قدماً فقط لأنه يمكنها تقليل الضغط إلى قيمة مناسبة تسمح لضغط الهواء الخارجى بدفع الماء إلى هذا الارتفاع . أما المضخات الكابسة فتستخدم لدفع الماء إلى ارتفاعات أكبر ، كارتفاع الدور الثانى فى المنازل .

المكنسة الكهربية (المنظف بالتفريغ)

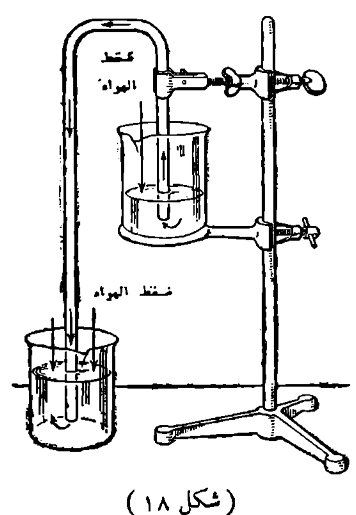
المكنسة الكهربية ما هى إلا مضخة تدار بوساطة موتور كهربى فاذا جزأتها فسترى المضخة ومبين أجزاؤها بشكل (١٧) . فاذا ما مرّ تيار كهربى ، دفعت المضخة الهواء فى مستقبل الأتربة . وهذا يقلل الضغط ويحدث تفريغ جزئى فى الفتحة أمام المروحة . وبذلك يدفع ضغط الهواء الخارجى الكبير الأتربة إلى مستقبل الأتربة خلال الفتحة أعلى المروحة .



(شكل ١٧) تحتوى المكنسة الكهربية على مضخة ماصة

السيفون

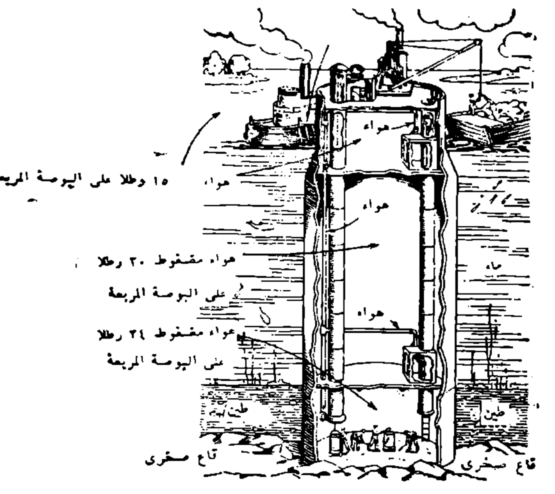
يستخدم السيفون لنقل الماء أو أى سائل آخر من وعاء إلى آخر أقل انخفاضاً . ويتركب من أنبوبة ملتوية مملوءة بالماء ينغمر طرفاها فى وعاءين بهما ماء فى مستويين مختلفين ويسرى الماء من المستوى العالى إلى المستوى الأقل ارتفاعاً كما هو مبين بشكل (١٨) . يضغط الهواء بقوة ١٤٫٧ رطلا على البوصة المربعة على سطح الماء فى كلا الوعاءين ويحاول دفع الماء إلى أعلى فى شعبتى الأنبوبة . ويوجد فى الشعبة القصيرة كمية من الماء أقل مما فى الشعبة الطويلة تعاكس ضغط الهواء ، وبذلك يدفع الهواء الماء إلى أعلى فى الشعبة القصيرة ذات المستوى العالى ثم إلى أسفل فى الشعبة الطويلة إلى المستوى الأقل ارتفاعاً .



(شكل ١٨)
لماذا يقل الضغط فى شعبة السيفون الطويلة

الهواء المضغوط

يمكن الهواء المضغوط العمال من العمل تحت الماء . ففى بناء أساسات الجسور « الكبارى » والخزانات أو فى بناء أنفاق تحت الأنهار يجب أن يعمل العمال تحت الماء حيث الضغط كبير جداً . ولمنع سحقهم تحت هذا الضغط يجب أن يشتغلوا فى حجرة محكمة بها هواء مضغوط ، ضغطه يعادل ضغط الماء . وتبنى هذه الغرفة الكبيرة من الصلب وعلى أجزاء بها ضغوط مختلفة للهواء المضغوط . وضغط الهواء فى الحجرة العلوية عادى (١٤ر٧ رطلا على البوصة المربعة) ويزداد فى الحجرة التى تليها ويكون أكبر فى أسفل حجرة حيث يعمل العمال . ويعتمد الضغط فى الحجرتين السفليتين على عمق المكان الذى يشتغل فيه العمال من سطح الماء ويبلغ أحياناً ٦٠ رطلا على البوصة المربعة. ويملأ الرجال دلاء بالطين ترفع من حجرة خلال « أهوسة » هوائية .



(شكل ١٩) يجب أن يشتغل العمال فى حجرة بها هواء مضغوط

ويمكن العمل تحت هذه الضغوط الكبيرة لمدد صغيرة فقط وتذيب سوائل الجسم أيضاً هواء أكثر تحت ضغط كبير. فاذا قل ضغط الهواء فجأة تتكون فقاقيع هوائية فى الدم مسببة مرضاً يعرف بالتقوس وينتشر هذا المرض بين العمال الذين يعملون تحت الماء وفى بعض الأحيان يكون هذا المرض مميتاً . وحينما يدخل أو يخرج العمال من هذه الغرفة المحكمة ، يجب أن ينتظروا بعض الوقت فى كل غرفة حتى يزداد أو يقل الضغط على أجسامهم تدريجياً .

يستخدم ضغط الهواء فى تشغيل بعض الأجهزة . فلا بد أن تكون

لاحظت سيارة مرفوعة على رافع تشحيم فى محطة بنزين . ويعمل هذا الرافع بوساطة الهواء المضغوط ؛ إذ يدفع الهواء المضغوط فى حوض به زيت فيضغط بدوره على مكبس متصل به أرضية مستوية تقف عليها السيارة فترتفع .

كذلك تعمل المطارق والثاقبات بالهواء المضغوط . ولعلك رأيت بعض الرجال يقطعون جزءاً من رصيف الشارع بالثاقبات الهوائية ذات الصوت المزعج . هذه الثاقبات والمطارق التى تعمل بالهواء المضغوط لها مكابس تدفع إلى الأمام وإلى الخلف بسرعة كبيرة بالهواء الذى يدخل مرة من جانب ومرة من الجانب الآخر .

وتستخدم الفرامل الهوائية أيضاً الهواء المضغوط . تستخدم القطارات والأوتوبيسات واللوريات والسيارات فرامل الهواء المضغوط فى وقوفها . فعندما يفتح السائق صماماً ، فيدفع الهواء المضغوط فى خزان ، مكبساً بقوة كبيرة تحرك الفرامل . وعندما يقفل الصمام يخرج الهواء المستعمل إلى الخارج بصوت مسموع ويزداد الضغط داخل الخزان بوساطة ضاغط هوائى .

ويستخدم الهواء المضغوط كمراسلة ، فنى بعض أقسام المحلات التجارية الكبيرة ، توضع قسائم المبيعات والنقود فى علبة أسطوانية من الجلد . تدخل فى أنبوبة وترسل إلى الصراف الذى يردها من خلال أنبوبة أخرى . يفرغ الهواء أمام أحد



(شكل ٢٠) أنبوبة هواء تحمل قسائم المبيعات والنقود من وإلى الصراف فى المحلات التجارية الكبيرة . توجد مضخة تخلخل الهواء الذى أمام الأسطوانة الجلدية .

طرفى العلبة وفى نفس الوقت يضغط هواء من الناحية الأخرى للعلبة داخل الأنبوبة وتدخل العلبة الجلدية فيها بإحكام كما يدخل المكبس فى اسطوانته ، فتندفع العلبة إلى الأمام إلى الصراف إذا كان أمامها فراغ جزئى يضغط عليها من الخلف الهواء المضغوط . ثم ترسل ثانياً فى أنبوبة أخرى تعمل بنفس الطريقة . وفى بعض المدن يرسل البريد من مكتب البريد الرئيسى إلى

مكاتب البريد الفرعية فى أنحاء المدينة المختلفة فى أنابيب مشابهة حيث يوضع البريد فى علب اسطوانية جلدية أكبر تشبه المستخدمة فى المحلات التجارية .

الطاقة والهواء

للهواء علاقات هامة مع الطاقة . فاذا ضغط الهواء قربت جزيئاته بعضها من بعض وتنطلق طاقة حرارية . وحينما يتمدد الهواء تبتعد جزيئاته بعضها عن بعض وتمتص كمية من الحرارة . وبذلك يمكننا القول بأنه حينما يضغط الهواء ترتفع درجة حرارة الوسط المحيط به ، وانه حينما يتمدد تنخفض درجة حرارة الوسط المحيط به .

يمكن استخدام الهواء المضغوط لنقل الطاقة . فحينما يضغط الهواء ، يمكن نقله لمسافات كبيرة خلال أنبوبة أوخرطوم ، وبذلك يمكن استخدامه فى عمل شغل كملء إطارات سيارة وتشغيل مطرقة أو ثاقب وتشغيل فرامل قطار أو أوتوبيس .

ولعل أهم علاقة للهواء بالطاقة هى الدور الذى يقوم به الأكسجين فى تحويل الطاقة الكيموية إلى طاقة حرارية أو ضوئية . وتعرف أن هذه هى عملية الأكسدة . فاذا تمت عملية التأكسد ببطء تنتج طاقة حرارية فقط . أما إذا أعطت عملية التأكسد كلتا الطاقتين الحرارية والضوئية فيقال إن الأكسدة سريعة وتسمى اشتعال . وإذا كان الاشتعال لحظياً فانها تسمى انفجاراً .

ان الطاقة التى تحصل عليها من احتراق الوقود لندفىء منازلنا ، ونديربها سياراتنا ونمد بها صناعاتنا وكذلك الطاقة التى فى الطعام الذى نأكله ويحفظنا أحياء ، كلها تأتى أصلا من مصدر واحد وهو الشمس . وهناك عدة صور للطاقة مثل طاقة حرارية ، ضوئية ، ميكانيكية ، كيموية وكهربية وممكن الرجوع إلى أن أصل كل صورة للطاقة هو الشمس .

وستظهر لك بوضوح هذه العلاقات والتحويلات فى شرح قصة الطاقة على صفحات هذا الكتاب . والطاقة هى الخيط الذى يربط كل فروع العلم بعضها ببعض .

اختبر معلوماتك

١ — كيف يساعد ضغط الهواء على التنفس ؟

٢ — ارسم مضخة رافعة على السبورة واشرح كيف يستخدم ضغط الهواء في تشغيلها .

٣ — بماذا تختلف المضخة الكابسة البسيطة عن المضخة الرافعة ؟

٤ — كيف يصلح عيب المضخة الكابسة البسيطة باستخدام قبة هوائية ؟

٥ — اشرح طريقة عمل كل من نوعي المضخات الكابسة .

٦ — كيف يمكن الهواء المضغوط من العمل تحت الماء ؟

٧ — كيف يشغل الهواء المضغوط الطارقات والثاقبات ؟

٨ — ما هي طريقة عمل السيفون ؟

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الأولى

طبقات الجو القريبة من الأرض هي التروبوسفير والستراتوسفير .

الهواء خليط من غازات عديمة اللون .

الهواء مادة حيث إنه يشغل حيزاً وله وزن .

المسألة الثانية

للهواء ضغط .

يمكن قياس ضغط الهواء ببارومتر زئبقي وببارومتر انرويد .

يسجل الباروجراف ضغط الهواء باستمرار .

الضغط الجوي عند سطح البحر هو ١٤٫٧ رطلا على البوصة المربعة وهو يساوي وزن عمود من الزئبق ارتفاعه ٣٠ بوصة أو ٧٦ سنتيمتراً .

المسألة الثالثة

يحتوي الهواء على ٧٨ في المائة من النيتروجين ، ٢١ في المائة من الأكسجين وحوالي ١ في المائة من غازات أخرى مثل ثاني أكسيد الكربون والأرجون والنيون والكريبتون والهيليوم والأمونيا .

الأكسجين أساسى لكل حياة . حينما تتحد مادة كيموياً مع الأكسجين يقال إنها تأكسدت .

تنطلق طاقة عند تأكسد المواد . فى التأكسد البطىء تنطلق طاقة حرارية فقط ، وإذا كان التأكسد سريعاً تنطلق طاقة حرارية وطاقة ضوئية ، وتسمى العملية اشتعالا .

النيتروجين أساسى لكل الكائنات الحية .

تستخدم النباتات ثانى أكسيد الكربون الذى فى الجو فى عمل الغذاء . وكذلك يستخدم ثانى أكسيد الكربون فى إطفاء الحرائق .

المسألة الرابعة

العوامل الثلاثة الرئيسية للاشتعال هى : (١) مادة يمكن اشتعالها (٢) وجود الأكسجين (٣) رفع درجة حرارة المادة إلى درجة حرارة اشتعالها .

عندما تشتعل المواد المحتوية على كربون وأيدروجين يتكون ثانى أكسيد الكربون وبخار ماء .

يمكن التحكم فى التأكسد البطىء بقطع إمداد الأكسجين له كطلاء الحديد مثلا . كما يمكن التحكم فى التأكسد السريع إما بقطع إمداد الأكسجين أو بخفض درجة حرارة المادة المشتعلة إلى درجة حرارة أقل من درجة حرارة اشتعالها .

المسألة الخامسة

يعتمد التنفس على ضغط الهواء .

تعمل المضخات والسيفونات والمكنسات الكهربية بضغط الهواء .

أسئلة للمناقشة

١ — صف كل التغيرات التى تمر على بالون صاعد من الأرض فى الستراتوسفير .

٢ — فى بعض ألعاب التصويب ، تكون الأشياء المصوب بها على شكل كأس

من المطاط . لماذا تلتصق بالهدف عندما تصيبه ؟ بماذا تعلل سبب هذا ؟

٣ – يوجد غالباً فى أحذية الألعــاب الرياضية المطاطية ونعال الأحذية المطاطية ، تجاويف . فلماذا تمنع الانزلاق ؟

٤ – غالباً ما يجد متسلقو الجبال وقائدو الطائرات صعوبة فى التنفس على ارتفاعات كبيرة . فلماذا ؟

٥ – كيف تستخدم العوامل الثلاثة الأساسية للاشتعال فى حالة اشتعال عود كبريت ؟

٦ – اذكر الطرق الممكنة التى تمنع التأكسد البطىء أو السريع .

٧ – وجد مزارع أن مضخته الرافعة لا تستطيع رفع الماء من بئره . ما هى الأسباب ؟

تمرين على حل المسائل

يجب أن يقدم حلال الأسئلة الناجح كل التعليلات الصحيحة الممكنة للشواهد التى يتأكد أنها متصلة بالمسألة . فإذا كانت الشواهد غير واضحة ولم تفسر بدقة فيكون الاستنتاج خطأ . ولتعلم تفسير الشواهد يجب التمرن فى نواح عديدة منها :

١ – المقدرة على التمييز بين الأشياء المسببة وتأثير هذه المسببات .

٢ – المقدرة على تمييز الحقائق من الآراء المسلم بها والتى تسمى بالفروض .

وقد أجرى جون تجربة علمية فى المدرسة . إذ وضع قليلا من الماء فى علبة لها غطاء محكم . وسخن الماء إلى أن خرج البخار من الفوهة وقفل غطاء الفوهة بإحكام . ثم أزال اللهب وصب ماء بارداً على العلبة فتحطمت . فاستنتج جون من هذه التجربة أن للهواء ضغطاً كبيراً . وقبل أن يوافق على هذا الاستنتاج كان يجب عليه أن يميز بدقة بين الحقائق والفروض فى التجربة .

بعض هذه العبارات الآتية حقائق والبعض الآخر فروض . انقلها فى ورقة منفصلة وضع حرف «ح» أمام ما تعتبره حقائق منها ، وضع حرف «ف» أمام ما تعتبره فروضاً منها .

١ ــ تحطمت العلبة .
٢ ــ تكثف البخار بداخل العلبة .
٣ ــ الضغط الجوى حطم العلبة .
٤ ــ كانت العلبة مملوءة بالبخار .
٥ ــ طرد البخار معظم الهواء من العلبة .
٦ ــ وضع ماء فى العلبة .
٧ ــ غلى الماء .
٨ ــ قل الضغط داخل العلبة .
٩ ــ تشغل السوائل حجوماً أقل من الغازات .
١٠ــ عندما يغلى الماء يتحول إلى بخار .
١١ــ كانت العلبة محكمة الغلق .
١٢ــ تكون فراغ بداخل العلبة .
١٣ــ يتكثف البخار عندما يبرد .
١٤ــ يبدى البخار ضغطاً كضغط الهواء .
١٥ــ كان الهواء موجوداً حول العلبة من الخارج .
١٦ــ الضغط على العلبة من الخارج كان أكبر من الضغط داخلها .
١٧ــ يمكن لضغط الهواء أن يكون كبيراً بدرجة تكفى لثنى المعدن .

٣
الصور المختلفة للماء

الماء أحد الأشياء الأساسية للكائنات الحية جميعاً ، فيستخدمه الإنسان فى الشرب وتحضير الطعام وفى النظافة ، وهو ضرورى جداً لحياتنا .

كذلك يساعدنا الماء فى القيام بعدة ألعاب رياضية مفيدة للصحة ؛ فنحن نتزلق على الجليد شتاء ، ونستمتع بالاستحمام والتجديف صيفاً .

ربما تكون قد قرأت كيف تحتفظ نباتات الصحراء وحيواناتها بالماء . هل تعرف كيف تحتفظ مدن كبيرة مثل نيويورك ولوس انجيلوس بالماء النقى للملايين من سكانها ؟

لقد مكنت المحيطات والبحيرات والأنهار على سطح الأرض من نقل الناس والأشياء على متن السفن من أماكن نائية .

يتغير شكل الماء إذا سخن إلى درجة حرارة معينة ويصير بخاراً . ويمدنا الماء فى صورة بخار بالقوة التى تدير عجلات الصناعة . هذه الصناعات تنقى معظم المواد المستخرجة من الأرض . كذلك يدير البخار آلات القطارات والبواخر التى تنقل المنتجات إلى جميع أنحاء العالم .

وستجد فى هذا الفصل الإجابة على بعض الأسئلة التى واجهتك والمتعلقة بالماء .

المسائل التى سوف نعالجها

١ — فى أى الصور يوجد الماء ؟

٢ — ما هو تركيب الماء ؟

٣ — كيف نستفيد من الماء ؟

٤ — كيف يتسرب الماء فى الهواء وكيف يخرج منه ؟

المسالة الأولى ـ فى أى الصور يوجد الماء ؟

الماء مادة شائعة بيننا حتى إننا لا نفكر عادة فى أهميتها لنا . يغطى الماء أكثر من ثلاثة أرباع سطح الأرض ، كما يوجد أيضاً تحت سطح الأرض ويستخرج أيضاً بمضخات من الآبار . كذلك يوجد فى الجو على هيئة مطر ، جليد ، ضباب ، سحب أو برد .

صور الماء

يظهر الماء فى ثلاث صور . فيظهر فى الحالة السائلة وهى الأكثر شيوعاً ، وفى الحالة الصلبة على صورة جليد أو ثلج ، وفى الحالة الغازية على صورة بخار . وتعرف الحالات السائلة والصلبة والغازية بحالات المادة .

هل تعرف مجرد الفرق بين الثلج والماء والبخار ، أى الفرق بين الصلب والسائل والغاز ؟ أنت تعرف طبعاً من التجارب اليومية أنه يجب تبريد الماء إذا أريد تحويله إلى ثلج ، كما يجب تسخينه إذا أريد تحويله إلى بخار . أى إنه يجب خفض درجة حرارة سائل لتحويله إلى صلب كما يجب رفع درجة حرارة السائل لتحويله إلى غاز . بمعنى آخر أنه يجب أخذ كمية من الحرارة من مادة لتبريدها ، واعطائها كمية من الحرارة لتسخينها .

الغليان والتجميد

تسمى درجة الحرارة التى يتحول عندها السائل إلى صلب بدرجة التجمد . يتجمد الماء فى ٣٢° فهرنهيتية . ويستخدم العلماء مقياساً حرارياً يسمى بالتدريج المئوى الذى صفره هو نقطة تجمد الماء .

وتسمى درجة الحرارة التى يتحول عندها السائل إلى غاز تحت الضغط الجوى المعتاد بدرجة الغليان . يغلى الماء عندما يصل درجة ٢١٢° فهرنهيتية ويغلى الماء عند سطح البحر عند درجة ١٠٠°م على التدريج المئوى . وبعد قليل ستعرف أكثر عن هذين التدريجين .

لكل مادة متبلورة درجة غليان ودرجة تجمد وتسمى المادة سائلا إذا كانت درجة تجمدها أقل من متوسط درجة الحرارة اليومية ودرجة غليانها

أعلى منها . فالزئبق مثلا سائل لامع فى درجات الحرارة العادية ولكنه يتجمد إذا برد إلى ٤٠° تحت الصفر الفهرنهيتى وفعلا يتحول الزئبق إلى حالته الصلبة وتكون صلابته كافية لإدخال مسمار فى الخشب ، أما إذا سخنا الزئبق إلى ٦٧٥° فهرنهيتية فانه يغلى ويتحول إلى بخار زئبق .

والمواد التى تعرف بالمواد الصلبة لها درجات تجمد أعلى أو فى مدى تغير درجة حرارتنا العادية ، ودرجات غليانها أعلى بكثير من درجة حرارتنا العادية . فمثلا الرصاص مادة صلبة فى درجات الحرارة العادية ولكن ربما شاهدت السباك وهو يصهره إذ أن الرصاص ينصهر إذا رفعت درجة حرارته . وإذا سخن الرصاص السائل أكثر من ذلك فانه يصل إلى درجة غليانه ويتحول إلى غاز . ينصهر الرصاص عند ٦٢١° فهرنهيتية ويغلى عند ٢٩٤٨° فهرنهيتية .

لنعتبر الآن المواد الغازية فى درجة الحرارة العادية . فمثلا ثانى أكسيد الكربون والأكسجين غازات لأن درجة غليانها أقل من درجة الحرارة العادية . وإذا برد ثانى أكسيد الكربون إلى ١٠٩° تحت الصفر الفهرنهيتى فانه يتحول إلى مادة صلبة تعرف بالثلج الجاف . وإذا برد الأكسجين إلى ٢٩٧° تحت الصفر الفهرنهيتى فانه يتحول إلى سائل كما يتحول إلى مادة صلبة عند ٣٦٠° تحت الصفر الفهرنهيتى .

والغليان هو تبخر سريع . فاذا سخن سائل إلى درجة غليانه فانه يتبخر أسرع من تبخره فى درجات حرارة أقل . فمثلا تجف الملابس بعد غسلها وتجف الطرقات بعد رشها بالماء صيفاً وهذا يثبت أن الماء يتبخر فى جميع درجات الحرارة وعلى كل حال تتبخر السوائل التى تكون درجات غليانها منخفضة جداً أسرع من غيرها .

تجربة ١٩

أى السوائل المعروفة أسرع فى التبخر ؟

ضع على لوح زجاجى نظيف قطرة من كل من الكحول والأثير والجازولين (البنزين) والماء والتربنتين والزئبق . أى السوائل تختفى أولا ؟

رتب السوائل على حسب اختفائها . هل يظهر أى سائل انه لا يتبخر ؟ كيف تعلل ذلك ؟

لقد رأيت أنه يمكن تحويل المواد الصلبة إلى سائلة والسائلة إلى غازية بالتسخين . كذلك عرفت أنه يمكن تحويل الغازات إلى سوائل ، والسوائل إلى مواد صلبة بالتبريد . والآن دعنا نرى السبب فى هذه التغيرات .

طبيعة المواد الصلبة والسائلة والغازية

عندما لا يستطيع العلماء تعليل بعض الظواهر فانهم يقترحون فروضاً لتفسيرها ، كما فعل دافيد وباستير فى حل مشاكلهم ، وبعد اختبار فروضهم بتجارب عديدة ربما يجدوا أن تجاربهم تدعم أحد الفروض الذى يسمى حينئذ نظرية .

لقد اقترح العلماء فروضاً كثيرة للمواد التى درسوها . وتقول احدى هذه الآراء إن المواد الصلبة والسائلة والغازية تتركب من دقائق متناهية الصغر تسمى جزيئات . وتفسير تركيب المواد يسمى بنظرية الجزيئات .

والجزيئات صغيرة جداً لدرجة أن أقوى ميكروسكوب لا يمكنه توضيح جزيئات الماء . وقد قدر قطرجزىء الأكسجين بمقدار $\frac{١}{٢٥٠,٠٠٠,٠٠٠}$ من البوصة فقط . ولهذا لا يمكننا أن نتخيل مثل هذا الجسم الصغير .

وطبيعى ألا تكون جزيئات كل المواد لها نفس الحجم . ويعتقد مثلا أن بعض الجزيئات فى الأنسجة الحية قدر جزىء غاز الأيدروجين ٣٣٫٠٠٠ مرة فى الكبر .

وقد قدر أنه إذا تحولت الجزيئات فى بوصة مكعبة من الهواء إلى حبة رمل فيكون هناك رمل كافى لملء حفرة عرضها ميل وعمقها ٣ أقدام تصل من نيويورك إلى سان فرانسسكو عبر القارة . وإذا كان من الممكن عمل ثغرة فى مصباح كهربى عادى مفرغ من الهواء وسمح للهواء بالدخول فيه بمعدل مائة مليون جزىء فى الثانية للزم حوالى مائة مليون سنة لملئه بالهواء .

إذا كان من الممكن صبغ جميع الجزيئات فى زجاجة صغيرة مملوءة ماء

باللون الأحمر ، وسكبت فى المحيط وامتزج هذا الماء بكل مياه محيطات الأرض ثم غمرت الزجاجة فى الماء فى أى مكان لامتلأت بألف جزىء أحمر .





تساعدنا النظرية الجزيئية لفهم ترتيب الجزيئات فى أحوال المادة الثلاث : الغازية والسائلة والصلبة . انظر شكل (٢١) ولاحظ أن الدوائر التى تمثل الجزيئات بعيدة فى حالة الغاز . أما فى السـائل فهى أقرب إلى بعضها البعض وتكون أكثر قرباً فى الأجسام الصلبة عنها فى السائل والتجاذب بينها قوى جداً.

(شكل ٢١) الجزيئات أقرب إلى بعضها فى الأجسام الصلبة عنها فى السوائل والغازات

وتنكمش معظم المواد عندما تتحول من حالة السيولة إلى حالة الصلابة . أما الماء فهو شاذ هذه القاعدة حيث انه يتمدد عندما يتجمد .

التغيرات الطبيعية

لقد عرفت أن الغاز يمكن تحويله إلى سائل والسائل إلى جسم صلب . والتركيب الكيموى للبخار هو نفسه للماء والثلج ، فقد تغيرت فقط المسافة بين الجزيئات . ومثل هذه التغيرات التى فيها لا تتغير الجزيئات تسمى بالتغيرات الطبيعية .

والتغيرات الطبيعية شائعة جداً . فالخشب يمكن تحويله إلى نشارة خشب ولكن التركيب الكيموى للخشب هو نفسه لنشارة الخشب وبالمثل إذا تحول الحديد إلى برادة حديد أو أذيب سكر فى شاى أو فى قهوة فان الحديد والسكر يتغيران طبيعياً لا كيموياً .

تجربة ٢٠

ما هو سبب التغير الطبيعى ؟

أذب كمية صغيرة من كل من ملح الطعام والسكر وكبريتات النحاس (التوتيا الزرقاء) فى كميات قليلة متساوية من الماء فى ثلاث أنابيب اختبار . ضع ماء فى أنبوبة رابعة للمقارنة . سخن الأنابيب برفق فإن ذلك سيساعد على ذوبان المادة الصلبة . لاحظ الأنابيب الثلاث وقارن بينهما وبين أنبوبة المقارنة .

هل يوجد آثار من الأجسام الصلبة ؟ ضع الآن الأنابيب الأربع في مكان ساخن إلى أن يتبخر الماء . انظر إلى الأنابيب ثانياً . ماذا ترى ؟ هل تبخر الماء في أنبوبة المقارنة ؟ هل يمكنك تمييز المواد الأصلية المذابة ؟ كيف ؟ ما فائدة أنبوبة المقارنة فى هذه التجربة ؟

توضح هذه التجربة أن المواد فى المحلول تغيرت طبيعياً فقط لأنها لم تفقد خواصها المميزة وعندما تبخر الماء أمكن تمييز الأجسام الصلبة الأصلية كالملح والسكر والتوتيا الزرقاء . هل تقترح تغيرات طبيعية أخرى ؟

اختبر معلوماتك

١ ــ عرف كلا من المصطلحات الآتية : درجة التجمد ، درجة الغليان ، تغير طبيعي ، جزىء .

٢ ــ قارن بين التدريج الفهرنهيتى والتدريج المئوى .

٣ ــ هل يمكنك اقتراح طرق عمل الثلج الجاف والهواء السائل ؟

٤ ــ ماذا يقصد بالتغير الطبيعى ؟

٥ ــ ما هى النظرية الجزيئية وكيف تفسر الثلاث حالات التى توجد عليها المادة ؟

المسألة الثانية ــ ما هو تركيب الماء ؟

لقد عرفت فى فصل سابق أن الحديد عندما يتحد مع الأكسجين ، تتكون مادة جديدة تسمى أكسيد الحديد أو صدأ الحديد . وسميت هذه المادة بمركب كيموى لأنها تكونت من أكثر من عنصر . وكذلك حضرت الأكسجين من تحليل كلورات البوتاسيوم التى هى مركب كيموى ، وأيضاً حضرت ثانى أكسيد الكربون بفعل حامض على مركب كيموى آخر وهو بيكربونات الصوديوم .

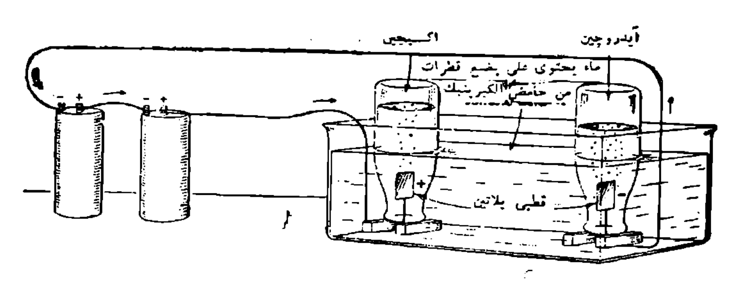
تحليل الماء

الماء مركب كيموى يتكون من عنصرين . والماء ليس سهل التحليل مثل كثير من المركبات الكيموية الأخرى ، إذ يجب أن تستخدم طاقة لتحليله.

تجربة ٢١

كيف يمكن تحليل الماء ؟

ستحتاج هذه التجربة لأدوات مماثلة للموضحة فى شكل ٢٢ .



(شكل ٢٢) جهاز تجربة ٢١

خذ حوضاً من زجاج البيركس أو كأساً لوضع الماء فيها وزجاجتين صغيرتين ممكن استخدامهما لجمع الغازات فيهما . ممكن استخدام مركم أو بضعة أعمدة جافة كمصدر للتيار الكهربى وإذا لم يكن هناك قطبا بلاتين فى متناول اليد فيمكن الاستعاضة عنهما بقضيبين من الكربون يستخرجان من بطاريات الجيب الجافة . ضع ماء كافياً فى الحوض حتى يغمر القاعدتين المثبت فيهما القطبان. املأ تماماً الزجاجتين وضع كل زجاجة فوق قطب بلاتين. صل القطبين بالبطارية . صب الآن باحتراس حوالى ٥ أو ١٠ سنتيمترات مكعبة من حامض الكبريتيك المركز ببطء فى الماء بالقرب من القطبين . إذ أن الحامض يجعل الماء موصلا للتيار الكهربى . استمر فى التجربة حتى تمتلىء إحدى الزجاجتين بغاز . ولاحظ كمية الغاز فى الزجاجة الأخرى . أقفل فوهة الزجاجة المملوءة غازاً بلوح زجاجى وأخرج الزجاجة من الحوض وقرب فوهتها من لهب ثم أقفل فوهة الزجاجة الثانية بلوح زجاجى وأعدلها ثم اقذف بداخلها قطعة صغيرة من الخشب المتوهج . ماذا لاحظت فى كل حالة ؟

سترى إذا نجحت تجربتك ، أن الماء قد تحلل باستخدام الطاقة الكهربية إلى غازين عديمى اللون ، تجمع أحدهما بضعف سرعة الآخر وتحققت من أن الغاز المجموع ببطء كان أكسجيناً لأنه سبب اشتعال النار فى قطعة الخشب

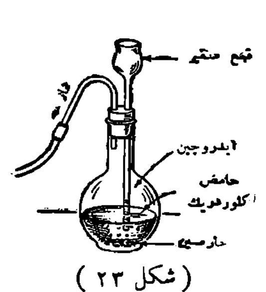
المتوهجة على حين أن الغاز الآخر قد احترق أو انفجر بفرقعة عندما قرب من لهب فكان هذا الغاز أيدروجيناً . وتجمع غاز الأيدروجين بضعف سرعة تجمع الأكسجين وهذا مما يثبت أن جزيئات الماء العادى تتكون من جزأين من الأيدروجين وجزء من الأكسجين . ولعلك سمعت أن الماء يرمز له بالرمز يد$_2$ ا وهذا تعبير كيموى مختصر لجزىء من الماء . ويمكن للكيموى أن يمثل التغير الكيموى الحادث فى التجربة كالآتى :

ماء (يد$_2$ ا) = أيدروجين (جزأين) + أكسجين (جزء واحد) .

هل ترغب فى تحضير قليل من الأيدروجين لتجرى عليه بعض التجارب ؟

تجربة ٢٢

كيف يحضر الأيدروجين ؟



(شكل ٢٣)
فى تحضير الأيدروجين تأكد من أن طرف الأنبوبة ذات القمع مغمورة تحت سطح الحامض

ركب أنبوبة فى آخرها قمع صغير وأنبوبة توصيل فى سداد قارورة كالمبينة بشكل ٢٣ . املأ زجاجتين بالماء ونكسهما فى حوض به ماء باستخدام لوح زجاجى . ضع طرف أنبوبة التوصيل بحيث إن الغاز يدخل فى الزجاجة. وضع بضع قطع من الزنك فى القارورة وأضف إليها كمية كافية من حامض الكلوردريك المخفف من خلال الأنبوبة ذات القمع حتى يغطى الزنك وطرف الأنبوبة . اترك قليلا من الغاز الناتج ليتصاعد ثم اجمع زجاجتين مملوءتين منه . لاحظ لونه . قرب إحدى الزجاجتين وفوهتها إلى أسفل من لهب (وتأكد من أن أنبوبة التوصيل بعيدة عن أى لهب حيث إن الأيدروجين ينفجر بشدة عندما يختلط بالهواء) . أمسك زجاجة الأيدروجين الثانية وفوهتها إلى أسفل وأسقط بداخلها قطعة مشتعلة من الخشب . هل تستمر فى الاشتعال ؟ هل يساعد الأيدروجين على الاشتعال ؟ والآن أخرج القطعة المشتعلة فهل يشتعل الأيدروجين ؟

لا بد أنك لاحظت من هذه التجربة أن الأيدروجين غاز عديم اللون وأخف وزناً من الهواء وانه يشتعل ولكنه لا يساعد على الاشتعال .

التغيرات الكيموية

ما هى التغيرات الكيموية ؟ ما صدأ الحديد إلا تغير كيموى . عندما حضرت الأكسجين أو ثانى أكسيد الكربون والأيدروجين وعندما حللت الماء فقد أجريت تغيرات كيموية . دعنا نرى بالتجربة ماذا يحدث أثناء تغير كيمى .

تجربة ٢٣

ماذا يحدث عندما تتغير الأشياء كيمويا ؟

أحضر قليلا من برادة الحديد ومسحوق الكبريت الناعم . لاحظ لون وخواص كل من هاتين المادتين . حاول أن تجذب كلا منهما بمغناطيس . فماذا يحدث ؟ والآن اخلط برادة الحديد بالكبريت مستخدماً حوالى سبعة أجزاء بالوزن من الحديد إلى أربعة أجزاء من الكبريت . هل ما زلت تستطيع تمييز الحديد والكبريت فى المخلوط ؟ وكيف ؟ هل تستطيع اقتراح تجربة لفصلهما عن بعض ؟ ضع قليلا من المخلوط فى أنبوبة اختبار وسخنها بشدة إلى أن تحمر محتوياتها . ثم لفها فى فوطة أو قطعة قماش واطرقها بمطرقة حتى تنكسر . هل ما زلت تستطيع تمييز الحديد والكبريت ؟ قرب منها المغناطيس . فهل يجذب المركب ؟ تسمى هذه المادة الرمادية كبريتور الحديد .

لاحظت من هذه التجربة ومن غيرها أن المواد حينما تتغير طبيعياً كما فى خلط الحديد بالكبريت ، تظل محتفظة بخواصها المميزة . فالكبريت يظل أصفر والحديد ينجذب للمغناطيس ، ويمكن الحصول على كل من المواد المختلطة بسهولة كما فى حالتها الأصلية من مثل هذا التغير الطبيعى . أى انه يمكن فصل الحديد من الكبريت بوساطة مغناطيس .

ومن ناحية أخرى ، فان المواد فى التغير الكيمى تفقد خواصها المميزة

وتتكون مواد جديدة . فعندما سخن خليط الحديد والكبريت ، اتحد الحديد والكبريت كيموياً لتكوين مادة جديدة هى كبريتور الحديد . إذن فكبريتور الحديد مركب كيموى .

حديد + كبريت كبريتور حديد .

ولقد فقد الحديد فى هذا المركب صفاته المغناطيسية ، كما فقد الكبريت لونه الأصفر . والسبب فى ذلك هو أن جزيئات الحديد قد اتحدت مع جزيئات الكبريت لتكون جزيئات المادة الجديدة التى هى كبريتور الحديد . وللمادة الجديدة خواص مختلفة تماماً عن خواص الحديد والكبريت فلونها مختلف وغير مغناطيسية . ولا تتغير جزيئات المواد عندما تتغير طبيعياً ولكن فى التغير الكيموى تتكون جزيئات جديدة .

تحدث يومياً تغيرات كيموية . فربما تتغير الأطعمة كيموياً عند طبخها وكذلك عندما يحمض اللبن فانه يتغير كيموياً . كذلك يحدث تغير كيموى عندما تؤخذ صورة بضوء مصباح توهج ؛ لأن الأكسجين بداخلها يتحد مع الألومنيوم محدثاً توهجاً شديداً وتتكون مادة جديدة هى أكسيد الألومنيوم الذى يغطى داخل المصباح . انظر كيف تتعرف على تغيرات أخرى طبيعية وكيموية .

تجربة ٢٤

التمييز بين التغيرات الطبيعية والكيموية

ميز التغيرات الطبيعية والكيموية الآتية :

١ – تكسير صخور .

٢ – تحميض صورة .

٣ – إشعال عود كبريت .

٤ – صهر شمع .

٥ — إشعال نار .

٦ — كسر بيضة .

٧ — تصوير صورة .

٨ — تغير لون الأوراق .

٩ — ذبول الخضراوات .

١٠— صبغ ملابس .

اذابة المواد

عندما تضع سكراً فى قهوة أو كاكاو أو شاى أو عصير ليمون أو عندما تضيف ملحاً إلى ماء ، فأنت تعرف أن السكر والملح يذوبان فى السائل . المحاليل مهمة جداً لأنه إذا لم يذب الطعام فى أجسامنا فلا تستطيع امتصاصه . لقد حضرت فى تجربة سابقة محاولات ملح وسكر وكبريتات نحاس فى الماء . والآن دعنا نستزد من دراسة المحاليل .

تجربة ٢٥

ما هى صفات المحاليل ؟

أذب كمية صغيرة من السكر فى أنبوبة اختبار مملوء نصفها بالماء . كرر ذلك مستخدماً كحولا . هل المحاليل رائقة ؟ هل تستطيع رؤية السكر الذائب فى كل محلول ؟ بخر الماء والكحول فهل تحصل ثانياً على السكر المذاب ؟

انظر جيداً إلى كوب به ماء . هل تلاحظ شيئاً ذائباً فيه ؟ اترك الكوب لعدة ساعات فى حجرة ساخنة ثم انظر إليه جيداً ، فهل ترى أى فقاقيع ؟ ما أصل هذه الفقاقيع ؟

انزع غطاء زجاجة مياه غازية ، فهل هناك أى إثبات لذوبان غاز فى السائل ؟ استخدم الكحول والماء فى تجربة لترى إذا كانت ثمة سوائل تذوب فى سوائل أخرى . ماذا تظنه يحدث عندما تذوب مادة فى مادة أخرى ؟

ترى من هذه التجارب أن المواد الصلبة والغازات تذوب فى السوائل وأن بعض السوائل تذوب فى سوائل أخرى . هل ممكن تفسير ذلك بالنظرية الجزيئية ؟ يعتقد العلماء أن كل المواد تتركب من جزيئات وأنه عندما تذوب مادة فى أخرى تمتزج جزيئات المادة جيداً بجزيئات المادة الأخرى .

الماء العسر والماء اليسر

لا تحتوى مياه الأمطار على مواد مذابة بها ، فهى ماء يسر . وعادة تجمع مياه الأمطار الساقطة على أسقف المنازل لتستخدم فى غسل الملابس حيث إن الصابون يرغى أسرع فيه .

يسمى الماء الذى يحتوى على مواد مذابة فيه ولا يرغى بسهولة بالماء العسر .

تجربة ٢٦

كيف يحول الماء العسر الى ماء يسر ؟

ضع قليلا من المـــاء فى زجاجة وأضف إليه بضع قطع صغيرة من الصابون . ورجها بشدة فاذا ظهرت فقاقيع الصابون فى الحال وبكميات كبيرة فيكون الماء يسراً وإلا فهو ماء عسر . فاذا كان هذا الماء عسراً ، فاغل عينة أخرى منه فى أنبوبة اختبار لمدة خمس دقائق واتركها تبرد ثم رجها مع صابون . فهل يرغى الصابون أسرع من المرة السابقة ؟

أضف كمية صغيرة من صودا الغسيل إلى عينة أخرى من الماء العسر فى زجاجة ولاحظ الماء جيداً . هل ترى شوائب صلبة بيضاء أو رمادية تخرج من الماء ؟ هل تحول الماء إلى ماء يسر ؟ كرر الجزء الأخير من التجربة مستخدماً بوركس بدلا من صودا الغسيل . كيف تحول ماء عسر إلى ماء يسر؟

إن الماء الطبيعى فى معظم أنحاء الولايات المتحدة عسر . فقبل الحصول على ماء يرغى جيداً ، يجب أن نحوله إلى ماء يسر باستخدام كميات كبيرة من الصابون ولكنها باهظة التكاليف . أما ميسرات الماء مثل صودا الغسيل أو البوركس فهى أرخص الطرق لتيسير الماء .

وأحياناً يترك ماء الاستحمام آثاراً رمادية على حوض الغسيل متكونة من نتائج تيسير الماء بالصابون لأن أملاح الاستحمام تحتوى عادة على ميسرات لتسهيل رغوة الصابون .

يحتوى معظم الماء العسر على مركبات ذائبة للكالسيوم والمغنسيوم والحديد ويمكن إزالة هذه المواد الذائبة بالغليان فى بعض الأحيان . ونجد أنها تكون طبقة صلبة على السطح الداخلى لغلاية الشاى والغلايات والأنابيب التى تحمل ماء ساخناً . وإذا أزيل عسر الماء بالغليان فيسمى الماء ماء عسراً مؤقتاً وإذا لم يتمكن من إزالة المواد الذائبة بالغليان يجب إزالتها باستخدام مواد كيموية مثل صودا الغسيل أو البوركس ، ففى هذه الحالة يقال إن عسر الماء دائم .

اختبر معلوماتك

١ — اشرح كيف يمكن تحليل الماء بتيار كهربى .

٢ — اشرح طريقة تحضير الأيدروجين وصفاته .

٣ — اذكر الفروق بين التغيرات الطبيعية والتغيرات الكيموية .

٤ — اكتب قائمة بتغيرات طبيعية وأخرى بتغيرات كيموية .

٥ — كيف تبين تجربة الكبريت وبرادة الحديد الفرق بين التغيرات الطبيعية والتغيرات الكيموية .

٦ — ما هو الماء العسر المؤقت وكيف يحول إلى ماء يسر ؟

٧ — ما هو الماء العسر الدائم وكيف يحول إلى ماء يسر ؟

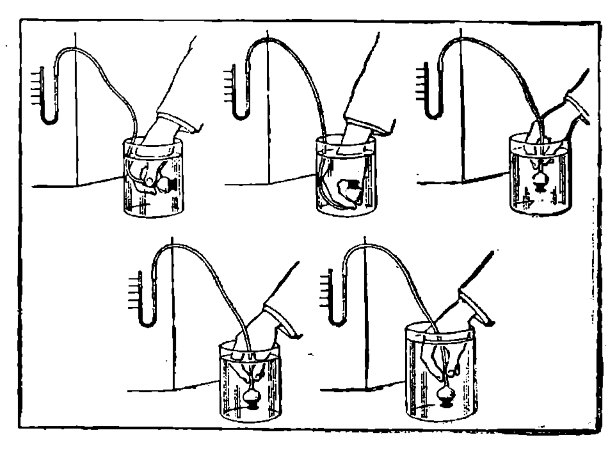
المسألة الثالثة — كيف نستفيد من الماء ؟

لا بد أن يلاحظ من غطس فى ماء عميق ، أنه كلما زاد عمقه تحت الماء زاد ضغط الماء على طبلتى أذنيه . ولكن هذه التجربة غير كافية لإثبات أن للماء ضغطاً . فدعنا نجرى بدقة تجربة يمكن التحكم فيها .

تجربة ٢٧

ما هى العوامل التى تسبب ضغط السوائل ؟

اقطع قطعة من المطاط الرقيق من بالون اللعب وشدها فوق قمع صغير . ضع قليلا من ماء ملون فى أنبوبة على شكل حرف U معتدلة رأسياً مثبتة فى مسطرة خشبية كالموضحة فى شكل ٢٤ ، وبذلك يمكن استخدامها كمقياس للضغط . وصل القمع بها . أحضر كأساً أو زجاجة وحوضاً يسع كمية من الماء أكبر مما تسعه الزجاجة . صب كمية من الماء فى الزجاجة والحوض لنفس الارتفاع وضع مقياس الضغط فى قاع كل منهما وقس ضغط عمود المـــاء بالبوصات وذلك بملاحظة فرقى ارتفاعى الماء فى شعبتى الأنبوبة على حرف U ما هى العوامل الثابتة ؟ وما هى العوامل المتغيرة ؟



(شكل ٢٤) جهاز تجربة ٢٧ ماهى العوامل التى تؤثر فى الضغط داخل سائل ما ؟

أحضر زجاجتين متساويتى السعة . املأ إحداهما بالماء والأخرى إلى نصفها وقس الضغط عند قاع كل زجاجة . ما هى العوامل المتحكم فيها ؟ وما هى العوامل التى غيرت ؟ وهل يؤثر العمق على الضغط ؟

إملأ زجاجتين متماثلتين إلى نفس الارتفاع احداهما بالكحول والأخرى بالماء وقس الضغط ثانياً عند قاع كل زجاجة . ما هى العوامل المتحكم فيها ؟ وما هى العوامل التى غيرت ؟ وهل تؤثر كثافة السائل على الضغط ؟

كرر الجزء الأخير من هذه التجربة إذا أمكنك الحصول على سائل أكبر كثافة من الماء مثل الزئبق أو الجليسرين وحقق نتائجك . ضع ماء فى حوض أكبر إلى ارتفاع ١٠ أو ١٥ سنتيمتراً وقس الضغط العلوى والسفلى والجانبي عند نفس الارتفاع فى الماء ، وذلك بإدارة القمع فى جميع الاتجاهات عند نفس الارتفاع . واذكر خلاصة ما يتضح لك من هذه التجربة .

ضغوط السوائل

إذا نجحت تجربتك هذه فقد رأيت أن السوائل تبدى ضغوطاً على سطوح الأجسام الموضوعة . كذلك لاحظت أن الضغط يزداد بازدياد العمق ، أى كلما تعمقت فى السائل كان الضغط أكبر . كذلك تبين التجربة أن الضغط يعتمد على كثافة السائل . فاذا كان السائل أقل كثافة من الماء كان الضغط أقل منه فى الماء عند نفس الارتفاع . وإذا كان السائل ذا كثافة أكبر من كثافة الماء كان الضغط أكبر منه فى الماء عند نفس الارتفاع . وقد أثبت الجزء الأخير من التجربة أن الضغط فى سائل واحد متساو فى جميع الجهات عند نفس الارتفاع . ويستبين هذا بشكل ٢٤ .

اكتشف الانسان ضغط المحيط على أعماق كبيرة

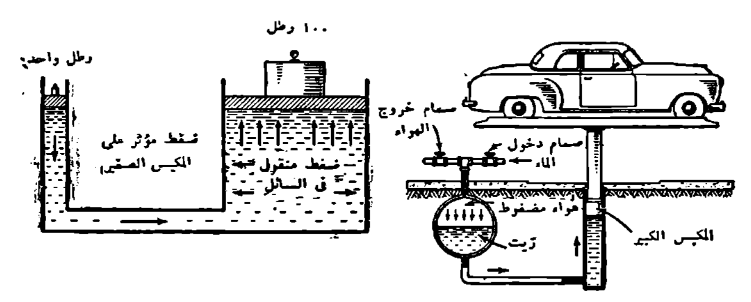
فى عام ١٩٣٤ بنى العالم الأمريكى وليام بيبسة كرة من الصلب لها نافذة لمشاهدة حياة الحيوانات التى تعيش على أعماق كبيرة فى المحيط . وسمى جهازه « حمام كروى » ونزل بجهازه إلى عمق أكثر من ٣٠٠٠ قدم تجاه شاطىء برمودا . وكان الضغط عند هذا العمق يبلغ حوالى ١٣٠٠ رطل على البوصة المربعة . ثم تدلى أوتبس بارتون فى صيف ١٩٤٩ إلى عمق ٤٥٠٠ قدم تجاه شاطىء كاليفورنيا الجنوبية فى كرة من الصلب قطرها خمس أقدام ، التى سماها « بنثوسكوب » وكان الضغط عند هذا العمق يبلغ حوالى ٢٠٠٠رطل أى طن واحد على البوصة المربعة . وقد وجد أن أكبر عمق للمحيط عرف حتى الآن هو ٣٤٫٠٠٠ قدم حيث يبلغ الضغط عنده حوالى ١٥٫٠٠٠ رطل أى ٧٫٥ طن على البوصة المربعة .

تنقل السوائل الضغط

أنت تعرف أن الهواء ما هو إلا غاز يمكن ضغطه بسهولة ودفعه داخل كرة سلة أو إطار سيارة . ونظراً لقابلية ضغطه ، ترتد كرة السلة ، وتتحمل إطارات السيارة مطبات الطريق ، وتتمكن من قذف كرة القـــدم . ويمكن ضغط الغـــازات لأن جزيئاتها بعيدة عن بعضها ويمكن تقريبها من بعض بسهولة .

وفى حالة المـاء والسوائل الأخرى ، فان الجزيئات قريبة جداً من بعضها لدرجة أن من المستحيل ضغطها . فاذا ضغطنا على سائل فى وعاء مقفل لا ينقص حجمه بكمية ملحوظة ، ولكن الضغط المؤثر ينتقل من جزىء إلى آخر خلال السائل .

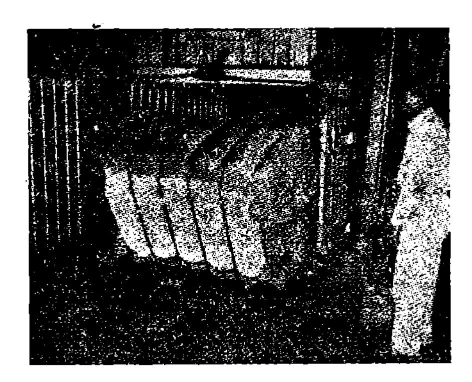
هل راقبت مرة الرافع الهيدروليكى فى محطة بنزين ولاحظت العمود الكبير الذى يخرج من الأرض أثناء رفع السيارة ؟ وربما تعجبت لطريقة عمل هذا الرافع . فعندما يدفع العامل الرافعة ، يدفع هواء مضغوطاً فى خزان زيتى فينقل الزيت الضغط إلى السطح السفلى للعمود ، الذى يدفع إلى أعلى حاملا السيارة . ويبين شكل ٢٥ طريقة عمل رافع السيارة .



(شكل ٢٥) تتضاعف القوى الصغيرة إلى قوى كبيرة بوساطة الضاغط الهيدروليكى والرافع الهيدروليكى

وفى الضاغط الهيدروليكى تستخدم قوة صغيرة للتغلب على قوة كبيرة جداً وتستخدم المكابس الهيدروليكية لثنى الأجسام المعدنية مثل رفارف

السيارات ولضغط الكتب عند تجليدها ولضغط القطن في بالات ، وأغراض أخرى كثيرة ويبين شكل ٢٦ مكبس هيدروليكي كبير



(شكل ٢٦)
ضغطت بالة القطن هذه بمكبس هيدروليكي

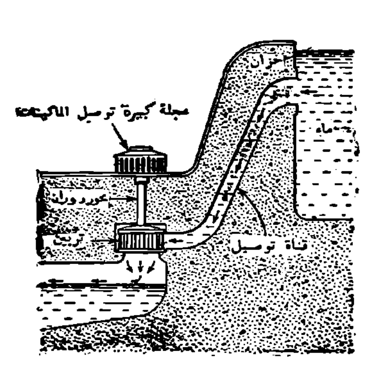
استخدام المياه الساقطة

تجرى المياه في أنهار العالم من الجبال إلى البحر ، وفي بعض الأماكن تكون سرعتها كبيرة ، وفي بعض الأماكن الأخرى ربما تسقط رأسية مكونة شلالات كبيرة . ومنذ قرون والإنسان يستخدم المياه الساقطة كمصدر للطاقة . وقد أديرت طواحين نشر الخشب وصناعات أخرى أكبر من ذلك بوساطة عجلات تديرها مياه متدفقة .

وقد بنيت خزانات كبيرة في أماكن كثيرة على الأنهار فيرفع الخزان مستوى الماء خلفه وبذلك تسقط مسافة أكبر يمكن استغلالها لعمل شغل . وفي بعض المناطق الجافة من العالم تستخدم هذه الخزانات الكبيرة في الري .

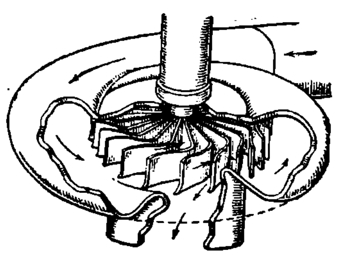
وتبنى الخزانات أحياناً من التراب ولكنها غالباً تبنى من الأسمنت المسلح ونظراً لأن ضغط الماء يزداد بازدياد العمق فتبنى الخزانات أكثر سمكاً عند القاعدة عنها في القمة وبذلك تتمكن من تحمل الضغوط الكبيرة عند القاعدة .

وأهم ما تستخدم فيه اليوم قدرة المياه هو توليد الطاقة الكهربية ؛ إذ تستخدم طاقة المياه الساقطة لإدارة آلة تسمى بالتربين المائي . فتجرى المياه من الخزان أو الشلال خلال قناة توصيل إلى عجلة تربين وتنصرف تحته . ويركب التربين المائي عادة أفقياً فعندما يسرى الماء خلاله يصطدم بصفائح مقوسة يديرها . ويتصل التربين بالمولد الكهربي بوساطة محور دوران .



(شكل ٢٧) التربين يساعد في تحويل طاقة المياه الساقطة إلى طاقة كهربية

يعتبر كل نهر مصدراً كبيراً للطاقة ما دامت مياهه تنساب نحو البحر ولكن لا يستخدم فى الوقت الحاضر جزء كبير من طاقة المياه . وبعض الأنهار تفيض على شاطئيها ولذلك يجب أن تحفظ مياهها بالسدود وتخزن فى خزانات لمنع الفيضانات المهلكة . ومن السهل التحكم فى الفيضانات والاستفادة منها فى نفس الوقت باستخدام طاقة المياه المتدفقة . فاذا انطلقت المياه من الخزانات إلى تربينات مائية فتتولد الكهربا التى تمد المصانع والمزارع والمساكن بالطاقة .



(شكل ٢٨) تدير صفائح التربين الدائرة عمود الدوران الموصل إلى المولد الكهربى

وتحفظ الآن مياه نهر شينيسى بعدة خزانات وقد سببت قديماً أضراراً بالغة بفيضانها فى الوادى كل عام تقريباً . ولكن تستخدم مياه هذه الخزانات اليوم لتوليد الكهربا .

اختبر معلوماتك

١ – ما هى العوامل التى تسبب الضغط على الأجسام المغمورة فى السوائل ؟

٢ – لماذا يبدى الماء ضغطاً ؟

٣ – ما أهمية معرفة ضغط الماء ؟

٤ – كيف تنقل السوائل الضغط المؤثر عليها ؟

٥ – كيف تفسر انتقال الضغط فى السوائل على أساس النظرية الجزيئية ؟

٦ – اشرح طريقة عمل الرافع الهيدروليكى أو المكبس الهيدروليكى

٧ – اشرح أهمية الخزانات المبنية على الأنهار .

المسألة الرابعة – كيف يتسرب الماء فى الهواء وكيف يخرج منه ؟

هل لاحظت البخار خارجاً من فوهة غلاية شاى تغلى ؟

تجربة ٢٨

هل تستطيع أن ترى بخار الماء ؟

ضع غلاية شاى بها ماء على الموقد واتركها تغلى بشدة إلى أن تخرج

سحب من فوهتها . هل تستطيع أن ترى بخار الماء بالقرب من الفوهة ؟ لماذا يمكن رؤيته كسحاب لمسافة بضع بوصات ؟ ضع شمعة أو لهب غاز تحت السحاب . ماذا يحدث ؟ هل ترى بخار الماء ؟

لا يمكن رؤية بخار الماء فى الهواء ولكن يمكننا أن نراه عندما يتكثف إلى سحابة من قطيرات مائية صغيرة . يتكثف الماء فى صور كثيرة كالأمطار والجليد والسحب والضباب والندى ، كل ذلك يدل على وجود بخار ماء فى الهواء .

بخار الماء فى الهواء

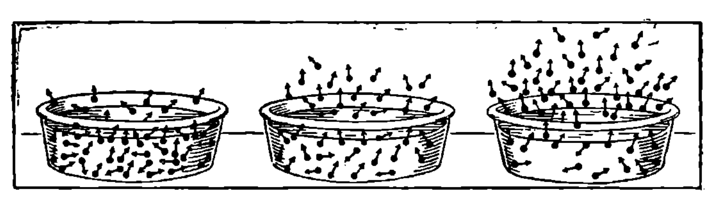
إن طبقة الهواء المحيطة بالأرض تشبه إلى حد ما قطعة كبيرة من الإسفنج ، فتحتوى أحياناً على كميات ضئيلة من بخار الماء وأحياناً تكون محملة بكميات كبيرة من الماء . وفى أوقات أخرى تحتوى على كمية معقولة من بخار الماء ويمكن أن تمتص كمية قليلة أخرى . من أين يأتى بخار الماء فى الهواء ؟ يأتى من أماكن كثيرة . لعلك لاحظت فى صباح بارد أن بخار الماء فى الزفير يتكثف إلى سحابة صغيرة وكذلك ربما تكون قد لاحظت السحابة المكونة من قطيرات الماء الخارجة من سيارة . وباستمرار تعطى النباتات والحيوانات بخار الماء إلى الهواء . كما تضيف مداخن المنازل والمصانع بخار ماء إلى الهواء عندما يحترق الوقود . وتحتوى معظم الوقود على عنصر الأيدروجين ، فحينما يشتعل يتحد الأيدروجين مع أكسجين الهواء ويكون ماء .

البخر

تأتى كميات بخار الماء الكبيرة التى فى الهواء من المحيطات والبحيرات والأنهار بعملية البخر الهامة .

ما هو سبب البخر ؟ لقد عرفت أن الماء والسوائل الأخرى مكونة من دقائق صغيرة تسمى جزيئات ، دائمة الحركة فى السائل. فاذا سخن سائل فان جزيئاته تتحرك أسرع ويترك بعضها سطح السائل إلى الهواء المحيط كما هو

مبين فى شكل ٢٩ . ويقال عن السائل الذى يتغير تغيراً طبيعياً ويتحول إلى غاز ، إنه تبخر .



(شكل ٢٩) تترك جزيئات السائل سطحه أسرع كلما ازدادت درجة حرارته

تجربة ٢٩

كيف يحدث البخر ؟

ضع قليلا من الماء فى إناء مسطح ضحل واتركه جانباً لبضعة أيام ولاحظه كل يوم . سخن قليلا من الماء فى وعاء مشابه وقارن بين معدلى البخر فى كليهما . كيف تؤثر الحرارة على سرعة البخر ؟

الماء سائل عديم اللون ولا يرى عندما يتحول إلى بخار فى الهواء . أما السحابة التى تتكون عندما يغلى الماء فليست بخار ماء والذى نسميه عادة بخار ماء هو بخار الماء الذى برد وتكثف إلى سحابة من قطيرات الماء الصغيرة .

تجربة ٣٠

ما هى العوامل التى تؤثر فى البخر ؟

بلل مساحتين بعيدتين عن بعضهما ومتساويتين ، على سبورة بوساطة قطعة قماش أو اسفنجة مبللة بالماء . قرب مروحة من إحداهما بحيث لاتتأثر الأخرى .

سخن مساحة على السبورة بوساطة لهب غاز أو بتقريب سخان كهربى منه وبلله بالماء وكذلك بلل مساحة مساوية فى منطقة باردة ولاحظ المساحتين بدقة لعدة لحظات .

أحضر إطاراً خشبياً عرضه حوالى بوصتين وغطه بقطعة من القماش

المبللة جيداً بالماء . بلل أيضاً مساحتين متساويتين على جزء رطب من السبورة وغط إحداهما بقطعة القماش المنداة على الإطار واترك الأخري معرضة للهواء . أبعد الإطار بعد عدة لحظات وقارن بين المساحتين .

اذكر العوامل التى اختبرتها وتأثير كل على سرعة البخر . هل هذه التجربة يمكن التحكم فيها ؟ ولماذا ؟

يتسرب الماء إلى الهواء بالبخر من الأجسام المائية الكبيرة على سطح الأرض وعملية البخر هذه إما أن تحدث ببطء أو بسرعة . فاذا كان الهواء محملا أصلا ببخار ماء ، فيكون البخر من الأجسام المائية بطيئاً . ولكن إذا كان الهواء جافاً نسبياً فيحدث البخر بسرعة أكبر . يمكن للهواء الساخن أن يحمل بخار ماء أكثر من الهواء البارد . فاذا كان الهواء ساخناً فان البخر يكون أسرع مما فى حالة الهواء البارد .

إن سبب تبخر الماء من المحيطات والبحيرات والأنهار هى الطاقة الحرارية التى تصل إلى الأرض من الشمس . فالشمس تدفىء الأرض التى بدورها تدفىء الهواء القريب منها والهواء الساخن يأخذ بخار ماء متبخر أكثر من الهواء البارد .

وكذلك تساعد الرياح على البخر . فتجف الملابس فى يوم حار وفيه رياح ، أسرع مما تجف فى يوم حار ولا رياح فيه . وذلك لأن الرياح تغير باستمرار الهواء المحيط بالملابس وهذا يساعد على تبخر الماء من الملابس .

يكون البخر فى الهواء الجاف أسرع منه فى الهواء الرطب . وفى تجربتك تبخرت البقعة المبللة المعرضة للهواء أسرع من البقعة المغطاة بالقماش المبتل . وبالمثل تجف الملابس أسرع فى يوم جاف منه فى يوم رطب غائم .

الرطوبة النسبية

تتغير كمية بخار الماء فى الهواء من يوم لآخر . ونشعر بضيق فى يوم رطب صيفاً ونسمى مثل هذا اليوم انه رطب ويكون الهواء مشبعاً تقريباً ببخار الماء . فنحن نتنفس بسهولة ولكن العرق لا يجف بسرعة . بينما نشعر براحة فى يوم بارد به بخار ماء أقل لأن العرق يتبخر بسرعة .

وتختلف كمية بخار الماء التى يحملها الهواء باختلاف درجة الحرارة . وتسمى النسبة بين كمية بخار الماء الموجودة فعلا فى الهواء إلى كمية بخار الماء الممكن حملها فى نفس درجة الحرارة ، بالرطوبة النسبية . ويسمى الهواء مشبعاً ببخار الماء إذا كان محتوياً على أكبر كمية من بخار الماء ممكن حملها وفى هذه الحالة تكون الرطوبة النسبية ١٠٠ فى المائة . ويحتاج الهواء البارد إلى كمية أقل من بخار الماء لإشباعه عن الهواء الساخن . وإذا كان الهواء محتوياً على نصف ما يمكنه حمله من بخار الماء فى نفس درجة الحرارة فتكون الرطوبة النسبية ٥٠ فى المائة فقط .

وربما تصل الرطوبة النسبية إلى ٩٥ فى المائة فى يوم شديد الرطوبة وهذا يعنى أن الهواء به ٩٥ فى المائة من كمية بخار الماء الكلية التى يمكنه حملها فى نفس درجة الحرارة . ومن ناحية أخرى تبلغ عادة الرطوبة النسبية لهواء منازلنا فى الشتاء حوالى ٢٥ فى المائة ، أى إن به فقط ربع كمية بخار الماء التى تشبعه عند نفس درجة الحرارة .

تجربة ٣١

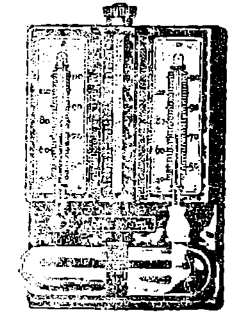
ما هى الرطوبة النسبية لحجرتك الدراسية ؟

أحضر ترمومترين يقرآن نفس درجة الحرارة . غط مستودع أحدهما بقطعة من القماش أو الشاش ثم بللها بالماء وأمرر عليها تياراً من الهواء حتى يقرأ الترمومتر أقل درجة حرارة ممكن أن يصل إليها . سجل درجتى حرارة المستودع المبتل والمستودع الجاف . واطرح درجة حرارة المستودع المبتل من درجة حرارة المستودع الجاف واستعن بجدول الرطوبة النسبية الآتى وأوجد من الصف الذى عنوانه « الفرق بين قراءتى المستودع الجاف والمستودع المبتل » الفرق الذى حصلت عليه فى تجربتك واقرأ فى عمود الأرقام الذى تحته ، العدد الذى فى الصف المقابل لقراءة المستودع الجاف الذى فى جانب الجدول ، فيكون هو الرطوبة النسبية لحجرة دراستك معبراً عنها كنسبة . كرر التجربة فى المنزل أو فى حجرات الدراسة الأخرى بالمدرسة .

الفرق بين قراءتى المستودع الجاف والمستودع المبتل															
درجة الحرارة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
قراءة الترمومتر ذو المستودع الجاف	نسبة الرطوبة														
٦٣	٩٥	٨٩	٨٤	٧٩	٧٤	٦٩	٦٤	٦٠	٥٥	٥١	٤٦	٤٢	٣٨	٣٣	٢٩
٦٤	٩٥	٨٩	٨٤	٧٩	٧٤	٧٠	٦٥	٦٠	٥٦	٥١	٤٧	٤٣	٣٨	٣٤	٣٠
٦٥	٩٥	٩٠	٨٥	٨٠	٧٥	٧٠	٦٥	٦١	٥٦	٥٢	٤٨	٤٤	٣٩	٣٥	٣١
٦٦	٩٥	٩٠	٨٥	٨٠	٧٥	٧١	٦٦	٦١	٥٧	٥٣	٤٩	٤٥	٤٠	٣٦	٣٢
٦٧	٩٥	٩٠	٨٥	٨٠	٧٦	٧١	٦٦	٦٢	٥٨	٥٣	٤٩	٤٥	٤١	٣٧	٣٣
٦٨	٩٥	٩٠	٨٥	٨١	٧٦	٧١	٦٧	٦٣	٥٨	٥٤	٥٠	٤٦	٤٢	٣٨	٣٤
٦٩	٩٥	٩٠	٨٦	٨١	٧٦	٧٢	٦٧	٦٣	٥٩	٥٥	٥١	٤٧	٤٣	٣٩	٣٥
٧٠	٩٥	٩٠	٨٦	٨١	٧٧	٧٢	٦٨	٦٤	٦٠	٥٥	٥٢	٤٨	٤٤	٤٠	٣٦
٧١	٩٥	٩١	٨٦	٨١	٧٧	٧٢	٦٨	٦٤	٦٠	٥٦	٥٢	٤٨	٤٥	٤١	٣٧
٧٢	٩٥	٩١	٨٦	٨٢	٧٧	٧٣	٦٩	٦٥	٦١	٥٧	٥٣	٤٩	٤٥	٤٢	٣٨
٧٣	٩٥	٩١	٨٦	٨٢	٧٨	٧٣	٦٩	٦٥	٦١	٥٧	٥٣	٥٠	٤٦	٤٢	٣٩
٧٤	٩٥	٩١	٨٦	٨٢	٧٨	٧٤	٧٠	٦٦	٦٢	٥٨	٥٤	٥٠	٤٧	٤٣	٤٠
٧٥	٩٥	٩١	٨٧	٨٢	٧٨	٧٤	٧٠	٦٦	٦٢	٥٨	٥٥	٥١	٤٧	٤٤	٤٠

قياس الرطوبة النسبية

تستخدم الأجهزة المعروفة باالهيجرومتر والسيكرومتر والهيجروديك لتعيين الرطوبة النسبية بنفس الطريقة التى استخدمتها فى تجربتك . فيعلق الهيجرومتر على الحائط ويمرر تيار هوائى على مستودعى الترمومترين حتى تثبت درجة حرارة المستودع المبتل. أما فى السيكرومتر ، فيغمر فتيل المستودع المبتل فى ماء ، وتوجد الرطوبة النسبية باستخدام الجدول . وللهيجروديك أيضاً ترمومتران أحدهما ذو مستودع جاف والآخر ذو مستودع مبتل ولكن تظهر الجداول فى مقدمة الجهاز وبذلك يمكن قراءة الرطوبة النسبية مباشرة .



(شكل ٣٠) للهيجرومتر ترمومترات أحدها ذو مستودع جاف والآخر ذو مستودع مبتل لبيين الرطوبة النسبية

وتقاس عادة الرطوبة النسبية بأحد الأجهزة السابقة . ويتأثر معدل البخر من الفتيل المغطى للمستودع المبتل بكمية الرطوبة فى الهواء . فاذا كان الهواء جافاً جداً كان الفرق بين قراءتى المستودع الجاف والمستودع المبتل كبيراً نوعاً . أما إذا كان فرق القراءتين صغيراً ، كان هناك بخار ماء أكثر فى الهواء وكانت الرطوبة النسبية أعلى .

والرطوبة النسبية هامة لصحتنا وراحتنا . فاذا كانت الرطوبة النسبية منخفضة داخل المنزل ، فان العرق الذى على الجلد والماء الذى على أنسجة الأنف والحلق تتبخر بسرعة جداً ، وهذا غير صحى . أما العمارات التى تحفظ فيها الرطوبة النسبية بين ٥٠ ، ٦٥ فى المائة فهى مريحة عند درجة ٦٨° ف ، مثل حجرة فى درجة ٧٢° ف والرطوبة النسبية فيها ٣٥ فى المائة . كذلك فان الرطوبة النسبية عامل مهم لا بد من أخذه فى الاعتبار فى مصروفات تدفئة المنزل .

تأتى الرطوبة من الهواء

ما سبب تكثف بخار ماء الهواء ؟ فى الأيام الحارة وعندما تبلغ الرطوبة

النسبية حوالى ١٠٠ فى المائة تتغطى أنابيب الماء البارد وأوعية الماء المثلج من الخارج بقطرات صغيرة من الماء .

تجربة ٣٢

لماذا يصحب البخر برودة ؟

ضع قليلا من الماء على ظهر يدك وقربها من تيار هوائى . هل تشعر ببرودة أثناء تبخر الماء . كرر التجربة مستخدماً كحولا . وطبق ما عرفته عن البخر واقترح أحسن تعليل للبرودة التى تنشأ مع البخر . اقتراح : هل تلزم كمية من الحرارة لتبخير السوائل ؟

عندما يبرد الهواء المحتوى على بخار ماء إلى درجة معينة ، فيتكثف جزء منه على هيئة قطرات مائية صغيرة . لا بد قد رأيت قطرات مائية متكونة على إناء ماء مثلج أو كوب عصير ليمون فى زمن الصيف . وكذلك تعرف كيف تتكون قطرات ماء على مرآة الحمام عندما تفتح صنبور الماء الساخن لتستحم . وعادة تتكون قطرات مائية على السطوح الداخلية للنوافذ عندما يكون الجو بارداً جداً فى الخارج . تبين هذه الأمثلة أنه إذا برد هواء محتو على بخار ماء فانه يفقد جزءاً منه .

حينما يتحول بخار الماء غير المرئى إلى قطيرات مائية مرئية ، تسمى هذه العملية بالتكثف ويقال إن بخار الماء يتكثف . وعملية التكثيف هى المقابلة لعملية البخر . فحينما يتبخر سائل فانه يتحول إلى غاز وحينما يتكثف غاز فانه يتحول إلى سائل .

وما المطر والضباب والسحب والندى والصقيع إلا أمثلة لفقدان الهواء بخار ماء بالتكثف . وفى الفصل التالى ستزداد معرفتنا عن هذه الصور المشوقة التى يتشكل بها الماء .

الطاقة وصور الماء

إن الماء فى الطبيعة فى دورة لا نهائية من عمليات التبخر والتكثف . فيحدث البخر من المحيطات والبحيرات والأنهار والأجسام المائية الأخرى

عندما يمتص الماء الطاقة الحرارية من الشمس . ويسبب امتصاص هذه الطاقة الحرارية أن تصبح الأشياء المحيطة أبرد . وحينما يبرد الهواء المشبع ببخار الماء فانه يتكثف فى صورة مطر . ويطلق الماء فى تكثفه نفس الطاقة الحرارية التى امتصها فى التبخر . وبذلك تبرد الأرض بتبخر الماء فى المحيطات والبحيرات والأنهار وتسخن بتكثف بخار الماء .

وحينما يسقط الماء على صورة جليد أو مطر فى المناطق الجبلية ، فانها تنساب إلى الأنهار التى تجرى من أعلى التلال إلى البحر ، والتى تعترضها خزانات فى أماكن كثيرة . ولقد عرفت فى المسألة السابقة كيف تدير المياه الساقطة التربينات المائية التى تدير بدورها مولدات كهربية . ويمكن استخدام الطاقة الكهربية التى يحصل عليها من الطاقة الميكانيكية للمياه الساقطة فى الحصول على طاقة حرارية أو طاقة ضوئية كما يمكن تحويلها أيضاً مرة أخرى إلى طاقة ميكانيكية يمكن استخدامها فى إحداث شغل . وبذلك ترى أن صور الماء تلعب دوراً هاماً فى قصة الطاقة .

اختبر معلوماتك

١ - ماذا يحدث للماء الذى فى الهواء ليصير مرئياً ؟

٢ - ما هو مصدر بخار الماء الذى يتسرب إلى الهواء ؟

٣ - كيف يتسرب بخار الماء إلى الهواء ؟

٤ - ما هى العوامل التى تؤثر على البخر ؟

٥ - كيف تفسر التبخر على حسب النظرية الجزيئية ؟

٦ - إشرح الرطوبة النسبية .

٧ - إشرح كيف يبين ترمومترى المستودع المبتل والمستودع الجاف ، الرطوبة النسبية ؟

٨ - إشرح طريقة عمل السيكرومتر والهيجروديك .

٩ - إشرح أهمية الرطوبة النسبية للصحة .

١٠ـ ما هو التكثف ؟ كيف تفسره على ضوء النظرية الجزيئية ؟
١١ـ اشرح الصور المختلفة التى يتكثف بها بخار الماء الذى فى الهواء .

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الأولى

يوجد الماء فى ثلاث صور ـ صلب وسائل وغاز .
يتبخر السائل عندما يتحول إلى غاز ويتكثف عندما يتحول إلى سائل .
الغليان تبخر سريع .
تتكون كل المواد من دقائق صغيرة تسمى جزيئات وهى فى حركة دائمة .
تسمى التغيرات فى المادة التى لا تغير طبيعة الجزيئات بالتغيرات الطبيعية .

المسألة الثانية

تسمى التغيرات فى المادة التى تغير من طبيعة الجزيئات وبالتالى تكون مواد جديدة بالتغيرات الكيموية .

ويسمى الماء الذى يحتوى على مواد معدنية ذائبة فيه ، ويمكن إزالتها بالغليان ، بماء عسر مؤقت .

ويسمى الماء المحتوى على مواد معدنية ذائبة فيه ويمكن إزالتها بطرق كيموية فقط ، بماء عسر دائم .

المسألة الثالثة .

يعتمد الضغط فى السوائل على العمق تحت سطح السائل وكثافته .
يمكن استخدام المياه الساقطة لعمل شغل باستخدام عجلات مائية أو تربينات مائية .

المسألة الرابعة .

يتصاعد بخار الماء فى الهواء من عملية البخر فقط من الأجسام المائية والنباتات .

تسمى النسبة بين كمية بخار الماء الموجود فى الهواء والكمية المشبعة له فى نفس درجة الحرارة ، بالرطوبة النسبية .

يتكثف بخار الماء فى الهواء على صورة مطر ، ندى ، سحب ، ضباب ، صقيع وجليد .

تمتص كمية من الحرارة عندما يتحول سائل إلى غاز ، وتطلق كمية من الحرارة عندما يتحول الغاز إلى سائل . إذن فالبخر عملية مبردة والتكثف عملية مسخنة .

يمكن تحويل طاقة المياه الساقطة إلى عدة صور أخرى للطاقة مثل الطاقات الكهربية والحرارية والضوئية والكيموية والميكانيكية .

أسئلة للمناقشة

١ – تترسب عادة رواسب معدنية حول عيون الماء الساخنة وسخانات الماء فى الحمامات كالذى فى يلوستون بارك . علل سبب ذلك ؟

٢ – يحدث تبريد عندما يتبخر سائل . وتغطى أحياناً زجاجات الماء المعدنية بأغطية من القش يمكن حفظها مبتلة أثناء السفر . هل تستطيع تفسير ذلك ؟

٣ – فى الهند والبلاد الاستوائية الأخرى ، يحفظ ماء الشرب غالباً فى أوعية فخارية مسامية يرشح منها قليل من الماء . فما الغرض من ذلك ؟

٤ – عندما يراد حفظ المثلجات لعدة ساعات فغالباً تلف فى ثلج جاف فلماذا يحفظها الثلج الجاف باردة ؟

٥ – عندما يعرض الثلج الجاف إلى الهواء الطلق يتكون ضباب أبيض أو سحابة بيضاء مع أن ثانى أكسيد الكربون غاز لا لون له . فكيف تفسر تكون هذا الضباب ؟

٦ – اشرح الفرق بين المواد الصلبة والسائلة والغازية على ضوء النظرية الجزيئية .

٧ – يجب إزالة الثلج المتراكم على الملفات داخل الصندوق فى الثلاجة الكهربية فمن أين يأتى هذا الثلج ؟

٨ – ما هى الرطوبة النسبية ؟ وما هى أهمية الرطوبة النسبية للصحة ؟ وكيف تقاس الرطوبة النسبية ؟

٩ – ما الذى يسبب عسر الماء ؟

تمرين على حل المسائل

ربما تساعدك النصيحة الآتية على اقتراح فروض لحل المسألة :

١ – تذكر أن الفروض ما هى إلا آراء تأمل أن تساعدك فى حل المسألة . ويجب أن تأخذ فى الاعتبار كل المعلومات التى عندك .

٢ – ادرس صيغة المسألة لتتنبه إلى كلمات أو عبارات ربما تعطى فكرة للحل.

٣ – تذكر أن كل الفروض معرضة للاختبار النظرى أو العملى . وحاول دائماً أن تفكر فى الطرق الممكنة لاختبار الفرض عندما تقترحه .

٤ – إذا كانت المسألة تظهر أنها سبب شىء آخر فحاول أن تفكر فى كل تأثيرات أو نتائج هذا السبب . وربما تؤدى هذه إلى إبداء فرض راجح .

٥ – إذا كانت المسألة كما ذكرت تظهر انها تأثير فحاول أن تفكر فى جميع الأسباب الممكنة التى يمكن أن تعطى هذا التأثير وربما تكون هذه فروضاً مفيدة .

مثال

مسألة : لماذا تبنى الخزانات أعرض عند القاعدة منها فى القمة ؟

بدراسة دقيقة لهذه المسألة يتبين أن هناك على الأقل نقطتين ربما تكونان السبب فى ذلك :

١ – ربما تكون كمية الماء التى يحجزها الخزان .

٢ – ربما يكون عمق الماء .

تخير من القائمة الآتية بعض المسائل غير المألوفة لديك وانظر كم من الفروض ستقترح لحل كل منها . وتذكر دائماً كل الاقتراحات السابقة أثناء دراسة كل مسألة .

(ا) لماذا تشير البوصلة إلى الشمال ؟

(ب) لماذا ينصهر الجليد المحتوى على شوائب سوداء أو المختلط بالصناج أسرع من الجليد النظيف ؟

(ج) لماذا تطفو بعض الأشياء بينما تغرق الأشياء الأخرى ؟

(د) ماذا يسبب اسوداد العملات الفضية ؟

(هـ) لماذا ننفخ فى عود كبريت مشتعل لنطفئه، وكذلك ننفخ فى نار ليستمر اشتعالها ؟

(و) لماذا تنطفىء الشمعة عندما توضع فى مخبار مقفل ؟

(ز) لماذا يغرق الحديد فى الماء بينما يطفو على سطح الزئبق ؟

(ح) لماذا ينصهر الثلج إذا نثر ملح فوقه ؟

(ط) لماذا يتصاعد من الثلج الجاف بخار أبيض مع أن غاز ثانى أكسيد الكربون لا لون له ؟ .

بينما كانت كارولين تساعد أمها فى تقشير خوخ لعمل كعكة، لاحظت أن بعضاً من ثمار الخوخ مجعدة وليست طازجة مملوءة بالعصير كالأخريات . دفعت هذه الملاحظات كارولين لتسأل أمها : « هل كل ثمار الخوخ هذه نمت على نفس الشجرة يا أماه » .

فأجابت الأم : « نعم ، لكننى قطفت بعضها منذ ثلاثة أيام » .

فاسترسلت كارولين قائلة : « ربما يفسر ذلك جفافها دون أن يكون بقشرتها أى جرح » .

ولقد كانت كارولين شغوفاً بمعرفة مدى فقد بخار الماء من الفاكهة الطازجة بعد قطفها . فسألت كارولين أمها ان كانت تستطيع أخذ أربع ثمرات من الخوخ لتجرى عليها تجربة . فاختارت اثنتين طازجتين مملوءتين من ثمار الخوخ وأخريين لهما تقريباً نفس الحجم لكنهما مجعدتان . وقشرت إحدى الثمرتين الطازجتين وإحدى الثمرتين المجعدتين ووضعت الأربع الثمرات بعد وزنها على قطعة من الورق فى صندوق وضعته فى « الجراج » .

تنبأ ماذا حدث . واذكر الطريقة التى اختارتها كارولين لاختبار الثمار .

٤
الطقس والمناخ

الطقس موضوع مألوف للتحدث فيه ، ربما لأنه دائم التغير وربما أيضاً لأنه يؤثر على حياتنا اليومية .

ولقد تجمعت فى كل بلد خلال القرون ، أشعار وأمثال وخرافات عن الطقس ، ربما تكون قد سمعت بعضاً منها فى منطقتك . وتقوم بعض الأمثال عن الطقس على مشاهدات خلال سنين عديدة وبذلك تكون لها دقة علمية . والبعض الآخر مجرد أمثال ليس لها أساس علمى .

هل للطقس أية علاقة بما نأكله أو بالملابس التى نرتديها أو الألعاب التى نقوم بها ؟ هل تشعر بالنشاط والأمل عندما تكون الشمس مشرقة ، وتشعر بالكسل والخمول عندما تكون الدنيا ممطرة ؟

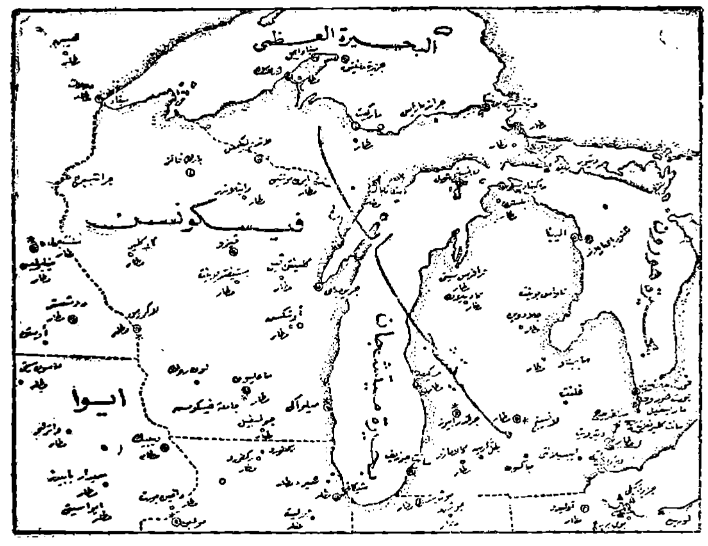
يلعب التنبؤ بحالة الطقس دوراً هاماً فى حياتنا . حقاً إن الطقس هو الشريك الصامت فى الزراعة وغيرها من الأعمال الكبيرة التى تمدنا بالطعام والملابس . فيعتمد القمح والذرة والقطن أو المحصولات الأخرى على الجو المناسب لنموها . ويتسبب الجو غير الملائم فى حرمان كثير من الناس الذين يعتمدون على هذه المحصولات وغيرها من أسباب معاشهم . وتفيد التحذيرات من اقتراب موجات البرد والعواصف فى البحر ، تفيد الفلاح وزارع الفاكهة وربان السفينة . ومنذ أمد ليس ببعيد ، مكن تنبؤ مصحة الأرصاد الجوية الأمريكية بهبوب رياح عاصفة ، أن تصل سفن حاملة بضائع تزيد قيمتها على ٥٠٫٠٠٠٫٠٠٠ دولار ، مكنها أن تصل إلى الميناء سالمة .

ويقرأ بائعو المثلجات والمشروبات العادية «والسجق» فى الحدائق والملاهى ، يقرءون عادة تنبؤات الجو قبل طلب بضائعهم ، فاذا كان اليوم بارداً ،

فيباع طبعاً كمية أكبر من السجق وكمية أقل من المثلجات عما يباع فى اليوم الحار. كما يتمكن أيضاً بائعو المثلجات والفحم من تقدير مبيعاتهم من حالات الجو.

والتنبؤات الجوية بالغة الأهمية بالنسبة للمواصلات الجوية ، إذ لا يكفى أن الخطوط الجوية يجب أن تعرف حالة الجو فى أماكن الرحيل وأماكن الوصول ، بل ويجب أن تعرف كذلك حالة الجو من مكان إلى آخر على طول طريق الطيران . والجو بالنسبة للطيار مختلف عن الجو على سطح الأرض . فيجب أن يكون عالماً بحالة الجو فى الطبقات العليا ولا يقوم طيار برحلة مسئول عنها إلا بعد دراسة جيدة لحالة الجو الذى سيطير فيه .

ونظراً لأهمية التنبؤ الجوى الدقيق للطيران وللأعمال وللصناعة وللملاحة ، أنشأت الحكومة الأمريكية مؤسسة كبيرة اسمها مصلحة الأرصاد الجوية



(شكل ٣١) محطات الأرصاد فى منطقة البحيرات العظمى .

● محطات تقدم بانتظام تقارير جوية للطيران كل ساعة .

⊙ محطات تقدم بانتظام ملخصاً للتقارير الجوية كل ٦ ساعات .

(ا) محطات تقدم بانتظام ملخصاً للتقارير الجوية كل ٣ ساعات وكل ٦ ساعات .

٥ محطات تقدم تقارير جوية للطيران خاصة ، بطيران أو تنبؤات مطلوبة .

△ محطات تقدم تقارير للطيران عن مدى الرؤية والضباب والرياح والطقس على منطقة البحيرات العظمى .

* مكتب أرصاد بالمدينة أو مكتب أعمال أو مركز مراقبة الطقس أو المكتب الرئيسى بالمنطقة ، واحد أو أكثر لكن لا يوجد فى مطار .

لتتنبأ بحالة الطقس . وتصل مرتين يومياً إلى مصلحة الأرصاد رصدات من أكثر من ثلاثمائة محطة فى أنحاء البلاد ، من ألاسكا وكندا وبلدان أجنبية أخرى ، وكذلك من السفن فى عرض البحر . وترسم من كل هذه المعلومات يومياً خريطة جوية لأمريكا الشمالية وأجزاء من المحيط الأطلنطى والمحيط الباسفيكى . ويتنبأ من هذه الخريطة الطقس المحلى فى عدة مراكز بأنحاء البلاد .

وستعرف فى هذا الفصل كثيراً من المعلومات الشيقة عن الطقس الذى يؤثر على حياتنا من يوم لآخر .

المسائل التى سوف نعالجها

١ ـ ما مدى صحة تنبؤات الطقس ؟

٢ ـ ماذا يسبب هبوب الرياح ؟

٣ ـ كيف يؤثر بخار الماء الذى بالهواء على الطقس ؟

٤ ـ كيف يمكن التنبؤ بتغيرات الطقس ؟

٥ ـ ما الذى يسبب الأجواء المختلفة ؟

المسألة الأولى ـ ما مدى صحة تنبؤات الطقس ؟

هل عزمت مرة على عمل شىء خاص فى يوم معين وتكدرت عندما خاب ظنك ورأيتها تمطر فى الصباح المبكر لهذا اليوم ؟ ربما تذكرت مثلا قديماً كالذى يقول « مطر قبل السابعة ، فصحو قبل الحادية عشرة » . وقد يحدث هذا أحياناً . أو ربما يقول مذيع الأخبار فى الراديو إن الطقس ستكون به سحب قليلة ويحدث أن يكون طقس اليوم صافياً . فإلى أى مدى نثق بالمعلومات التى تصلنا عن الطقس من المصادر المختلفة ؟

تجربة ٣٣

كيف يختبر رجل الأرصاد ؟

سجل يومياً ، لمدة أسبوعين ، التنبؤات الجوية من الجريدة المحلية التى تظهر فى منطقتك ، أو الإذاعة اللاسلكية المحلية . ولاحظ الطقس بدقة كل

يوم واكتب حالة الطقس كما هى بجانب التنبؤات . كم من مرة خلال الأسبوعين كانت تنبؤات رجل الأرصاد صحيحة أو خطأ أو بعضها صحيح ؟

التأكد من المعلومات الجوية

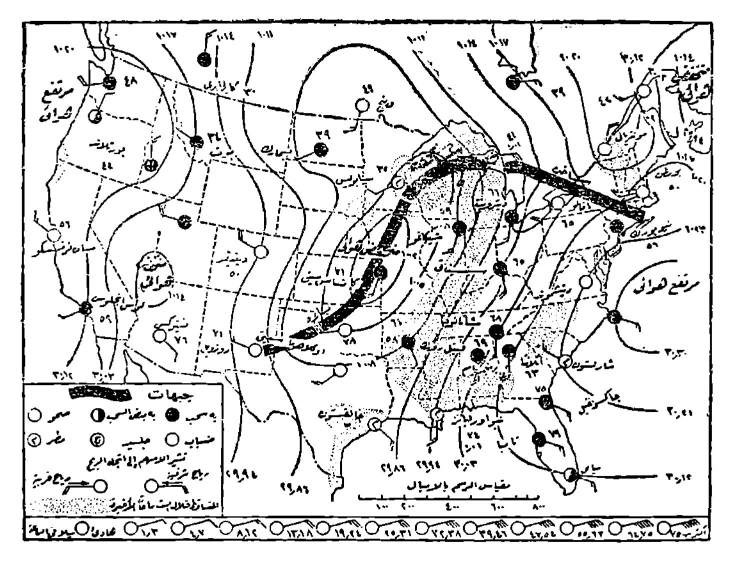
ما هى مصادر المعلومات الجوية ؟ تحتوى أغلب الجرائد اليومية على معلومات دقيقة عن الجو . هل اختبرت مرة جريدتك المحلية اليومية لترى كم ذكرت من المعلومات الجوية ؟

تجربة ٣٤

ما هى المعلومات الجوية التى تعطى فى الجريدة المحلية ؟

تكتب بعض الجرائد التنبؤات الجوية المحلية فى الصفحة الأولى . والمعلومات الأخرى التفصيلية فى مكان آخر . تصفح جريدتك المحلية بعناية واجمع كل المعلومات عن الطقس . وانقلها فى مذكرة . هل تنشر جريدتك أكثر من التنبؤات المحلية ؟

ويعتبر الراديو من مصادر المعلومات الجوية ، ويوجد فى كل منطقة



(شكل ٣٢) خريطة مكتب الأرصاد ليوم واحد .

تقريباً ، فتعطى معظم محطات الإذاعة التنبؤات وتذيعها عدة مرات يومياً . ويحصل على هذه التنبؤات من أقرب محطة أرصاد للولايات المتحدة حيث تؤخذ المشاهدات الجوية باستمرار ويتنبأ بحالة الطقس عدة مرات يومياً .

ويمكن الحصول على الخريطة الجوية اليومية لفصلك من مصلحة الأرصاد الجوية للولايات المتحدة ، مدير قسم الوثائق ، مكتب الطبع الحكومى ، واشنجتون ؛ د . ث . فستساعدك هذه الخريطة جداً فى دراستك للطقس .

مدى الوثوق بالتنبؤات الجوية

إذا كنت تقيم فى منطقة زراعية فستجد بكل تأكيد بعض الناس الذين يعتمدون على التقويم الفلكى أو التقويم الطقسى لتنبؤهم بالطقس فهل اختبرت معلومات الطقس من هذه المصادر .

تجربة ٣٥

ما نوع معلومات الطقس المعطاة فى التقويم الفلكى والجوى ؟

أحضر تقويماً فلكياً من مخزن الأدوية الذى تتعامل معه أو من أى مصدر آخر . ربما يحتوى أحد التقويمات التى عندك فى المنزل على تنبؤات الطقس الشهرية مقتبسة من التقويم الفلكى . ادرس هذه التنبؤات جيداً واختبر صحة التنبؤات خلال عدة أسابيع . كيف تظن قد عملت هذه التنبؤات ؟ هل من المحتمل أن تكون مبنية على أساس مشاهدات علمية ؟ ما مدى وثوقك بها ؟ هل يعتقد كثير من الناس فى هذه التنبؤات ؟

أمثال عن الطقس

ان الأمثال المتعلقة بالطقس التى وصلتنا على مر قرون كثيرة ، وإليك بعضاً منها وربما أمكنك الإضافة إليها مما يقال فى منطقتك :

١ – إذا كانت سحب السماء فى شكل سمكة الماكريل ، فانها لن تترك الأرض جافة .

٢ – عندما تهب الريح فى اتجاه ضد الشمس ، فلا تصدق أنها ستعود ثانية .

٣ – إذا كانت الريح نحو الشرق فهى ليست فى صالح الإنسان أو الحيوان .

٤ – تختزن الحيوانات كمية غير عادية من الطعام استعداداً لشتاء قارص .

٥ – إذا أمطرت قبل السابعة فستصفو قبل الحادية عشرة .

٦ – إذا كان يوم كاندلماس مشرقاً وصحواً فسيكون هناك شتاءان فى السنة .

٧ – مفاصل الناس المرضى بالروماتزم تؤلمهم قبل طقس ردىء .

٨ – إذا ظلت الأوراق على الشجرة فسيكون الشتاء القادم بارداً .

٩ – يتغير القمر والطقس سوياً .

١٠ – ما تنبىء به منذ بعيد ، يبقى طويلا ، أما ما تنبىء به منذ لحظة ، فانه ينقضى بسرعة .

١١ – إذا كان لون السماء أحمر فى المساء ورمادياً فى الصباح فأرسل المسافر فى طريقه .

١٢ – إذا كان لون السماء رمادياً فى المساء وأحمر فى الصباح فأرسل المسافر مبتلا إلى المخدع .

١٣ – إذا أتى شهر مارس كالأسد ، فانه ينتهى كالحمل .

١٤ – دائرة حول القمر معناها مطر .

تجربة ٣٦

هل يمكنك جمع أمثال اضافية عن الطقس ؟

اطلب من كل زميل فى فصلك أن يكون مسئولا فى سؤال بعض الناس فى المجتمع عن كل أمثال الطقس التى يعرفونها. أضفها إلى الأمثال المذكورة آنفاً.

إذا اختبرت قائمة أمثال الطقس المذكورة سابقاً والأمثال التى أضفتها فسترى أن بعضاً منها يقوم على مشاهدات بضع سنين . ومثال لهذا النوع المثال « إذا كانت سحب السماء فى شكل سمكة الماكيريل ، فانها لن تترك الأرض جافة » . فالماكيريل نوع من السمك ولقد رأيت هذه السحب المرتفعة جداً والتى تعطى السماء مظهر قشر السمك ، وانها لحقيقة علمية معروفة من زمن ، أن تكوّن هذا السحاب يسبق عاصفة وربما تسقط أمطار فى خلال بضع ساعات . فهذا المثل القديم معقول ويمكن الاعتماد عليه للتنبؤ بالطقس .

ومن ناحية أخرى فان قولهم « يتغير القمر والطقس سوياً » إنما هو محض خرافة .

تجربة ٣٧

كيف تستخدم أمثال الطقس التى جمعتها ؟

قسم قائمة أمثال الطقس إلى قسمين كالآتى :

إذا كنت تعتقد أن المثل له أساس علمى ، اكتب أمام رقمه ح (مختصر حق) . أما إذا كنت تعتقد أنه خرافة بحتة ضع حرف ك (مختصر كذب) أمام رقمه .

اختبر معلوماتك

١ — ما مدى صحة التنبؤات المستخرجة من التقويمات الفلكية والطقسية ؟

٢ — على أى شيء تعتمد مثل هذه التنبؤات ؟

٣ — هل هناك علاقة بين حالة الطقس فى يوم ما ، وحالة الطقس فى نفس اليوم من السنين السابقة ؟

٤ — لماذا تظهر بعض أمثال الطقس صحيحة ويمكن الاعتماد عليها ؟

٥ — هل يمكنك اقتراح أى أسباب تجعل الناس دائمى التكهن بحالة الطقس حتى إنهم يطلقون أمثالا عليه ؟

المسألة الثانية - ماذا يسبب هبوب الرياح ؟

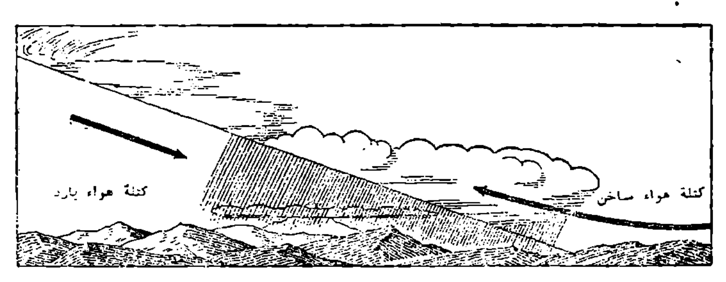
يتناسب الطقس والرياح معاً . ولا بد أنك لاحظت أن الرياح تهب عادة عندما يكون الطقس متغيراً . فى الصيف تكون الرياح مصحوبة عادة بالعواصف الرعدية . وما النكباء والتورنادو إلا رياح عاصفة شديدة تحدث أضراراً جسيمة . ومع ذلك فان هناك بعض الرياح التى تمكن من القيام ببعض أنواع الرياضة اللطيفة فى فصول خاصة كالتسابق بالمراكب الشراعية والانزلاق على الجليد وتحليق الطائرات الورقية .

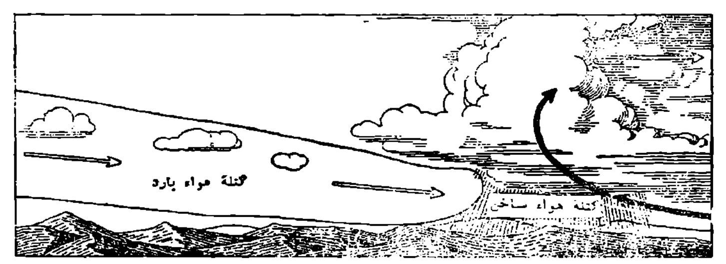
الرياح هواء متحرك

هل رأيت الريح مرة ؟ إنك قد شعرت بها . إنك قد رأيتها تطوح بالأشجار الكبيرة وتعصف بأوراق الشجر أو الجليد . فاذا أقمت فى مقاطعة ميدلسكس أو على خليج المكسيك أو على شاطىء الأطلنطى ، فانك ترى أضرار عواصف التورنادو والنكباء البالغة ويكون من الخطأ القول بأنك قد رأيت ريحاً ، حيث إن الريح هو هواء متحرك ؛ والهواء كالغاز لا يمكن رؤيته . ولذلك فلمعرفة أسباب الريح يجب أن تدرس الهواء الجوى .

الهواء الجوى

لقد علمت إلى الآن أننا نعيش فى قاع محيط عظيم من الهواء الذى يحيط بالكرة الأرضية . ولقد عرف العلماء أن هذا الغلاف الهوائى يمتد إلى أعلى إلى أكثر من مائة ميل ، وأنه مكون من عدة طبقات . وهذه الطبقات ليست متساوية فى السمك كما أن الحدود بينها غير منتظمة تماماً . وأنت تعرف إحدى هذه الطبقات وهى المسماة بالتروبوسفير وهى منطقة الهواء القريبة من الأرض والتى تحدث فيها التغيرات الجوية . فالعواصف والسحب والمطر والضباب والبرد والجليد – وكل شىء ننسبه للطقس – إنها جميعاً تتكون فى التروبوسفير .





(شكل ٣٣) تزحف كتلة من هواء بارد تحت كتلة من هواء أسخن وأقل كثافة فيتساقط بخار الماء . ويتغير الطقس على طول الجبهة التى تتلامس عندها كتل الهواء .

والتروبوسفير منطقة متقلبة دائماً . فلقد عرفت فى علم الجغرافيا عن تيار لبرادور البارد ، وتيار الخليج الساخن اللذين يجريان كالأنهار فى المحيط الأطلنطى . ويشبه التروبوسفير المحيط فى عدة وجوه ، إذ فيه كتل كبيرة من الهواء التى تهب بانتظام على القارات والمحيطات . ويحدد حركة هذه الكتل الهوائية الهائلة إلى درجة كبيرة نوع الطقس عندنا .

الكتل الهوائية

من أين تأتى الكتل الهوائية ؟ تنشأ بعض الكتل الهوائية فى المناطق القطبية وعندما تزحف إلى أسفل على أمريكا الشمالية فى فصل الشتاء نشعر بموجة من البرد . وتنشأ كتل هوائية أخرى فى المناطق الاستوائية وتكون حارة وسندرس هذه الكتل الهوائية بتفصيل أوفى فى أواخر هذا الفصل .

ماذا يسبب تكون الكتل الهوائية فى التروبوسفير ؟ قد لا يدور بخلدك أن سبب هذه الكتل الهوائية هو الشمس . فالشمس هى المصدر الذى تستمد منه الأرض طاقتها الحرارية . فتدفىء أشعة الشمس الأرض ، والأرض تدفىء الهواء الذى فوقها . وعلى كل حال فان الأرض لا تسخن بانتظام بوساطة الشمس وهذا هو سر حركة الكتل الهوائية فى التروبوسفير . فالفرق بين درجتى حرارة منطقتين غير متساويتين فى درجة الحرارة يسبب هبوب الرياح .

تجربة ٣٨

كيف تؤثر الطاقة الحرارية على حجم الهواء ؟

ركب سداداً ذا ثقب واحد تنفذ منه أنبوبة زجاجية فى فوهة دورق أو زجاجة . واغمر الطرف السفلى للأنبوبة فى كوب ماء . سخن الدورق تدريجياً ولاحظ ما يحدث . برد الدورق وانزع السداد والأنبوبة لفترة قصيرة ثم أعد تركيبها مرة أخرى كما كانت وضع قطعة ثلج على الدورق ولاحظ ما يحدث هل هى تجربة يمكن التحكم فيها ؟ هل يترك أى جزء من الهواء ، الدورق إذا سخن ؟ ماذا حدث للهواء داخل الدورق عندما يبرد ؟ وما هو دليلك ؟ وما تأثير الطاقة الحرارية على حجم الهواء ؟

تجربة ٣٩

كيف تؤثر الطاقة الحرارية على وزن الهواء ؟

دق مسماراً صغيراً فى وسط قطعة من الخشب الرقيق فى جسم المسطرة تقريباً . علق المسطرة بوساطة خيط من نقطة تعليق بحيث تكون متزنة . اربط خيطين بقاع حقيبتين من الورق لهما شريط اسكتلندى . وعلق حقيبة مفتوحة عند كل من طرفى المسطرة ويكونان متزنين بالضبط . سخن الهواء أسفل إحدى الحقيبتين بلطف بوساطة لهب شمعة . فماذا يحدث ؟ اترك الهواء يبرد لبضع دقائق ولاحظ ثانية . ماذا يحدث ؟ والآن سخن الهواء فى الحقيبة الأخرى فماذا يحدث ؟ هل هذه التجربة يمكن التحكم فيها ؟ ولماذا – علل كلتا الحالتين؟ ما هو أحسن تعليل لك لما يحدث ؟ اقتراح : استخدم نتائج تجربة ٣٨ . ماذا كان رأيك ؟

إذا كانت تجربتك ناجحة فقد لاحظت أن الطاقة الحرارية تسبب تمدد الهواء وبذلك تقل كثافته . ولذلك فان وزن بوصة مكعبة من الهواء الساخن أقل من وزن بوصة مكعبة من الهواء الأبرد .

تسخين طبقة الجو

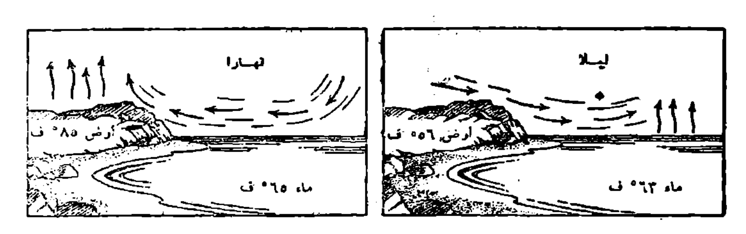
مع أن الطاقة الحرارية التى تصل إلى الأرض من الشمس تمر بالطبقة الجوية المحيطة بالأرض ، إلا أنها لا تسخن كثيراً من الهواء مباشرة بل تسخن المساحات الأرضية والمائية على الكرة الأرضية ، وهذه المساحات بدورها تسخن الهواء الذى يعلوها . وبذلك إذا سخنت منطقة أكثر من منطقة أخرى ، فان الهواء فوق المنطقة الأسخن يكون أسخن من الهواء الذى يعلو المنطقة الأبرد .

والسبب فى أن المساحات الأرضية تسخن بدرجات متفاوتة هو أن بعض السطوح تعكس الحرارة أكثر من السطوح الأخرى . على العموم فان السطوح المستوية اللامعة تعكس الحرارة والسطوح الخشنة المعتمة تمتص الحرارة . وبذلك فان الحقل المحروث القاتم اللون يمتص كمية من الطاقة الحرارية أكثر مما يمتصه سطح جبل أجرد صخرى لأنه أملس وفاتح اللون .

وهناك سبب آخر لتسخين الأرض غير المنتظم فى كل مكان وهو أن بعض المواد تسخن ببطء أكثر من غيرها . فالماء مثلا يسخن ببطء أكثر من الأرض ، وبذلك تسخن شواطىء بحيرة ما أسرع من مائها ، وعموماً ، فالمواد التى تسخن ببطء تبرد ببطء ، والمواد التى تسخن بسرعة تبرد بسرعة . ولهذا ترتفع درجة حرارة ماء البحيرات ببطء فى الربيع وتبرد ببطء عندما تنخفض درجة الحرارة .

لماذا تهب الرياح ؟

والآن دعنا نركيف أن معدل تسخين السطوح يسبب فى هبوب الرياح . فالهواء فوق أرض باردةٍ أبرد من الهواء فوق مساحة ساخنة . وبما أن الهواء البارد أكبر كثافة من الهواء الساخن، فانه يبدأ فى الانخفاض ويتحرك نحو الهواء الساخن الأخف ويدفعه إلى أعلى . وتسمى حركة الهواء الكبيرة هذه بتيار حمل (انظر شكل ٣٤) .



(شكل ٣٤) التسخين والتبريد غير المتساويين الشاطىء والمياه المجاورة يسببان تيارات الحمل التى تكون نسيم البر ونسيم البحر .

والهواء الذى يعلو مساحة ساخنة من الأرض أقل كثافة من الهواء البارد وبذلك يبدى ضغطاً أقل . ومثل هذه المنطقة تسمى بالمنخفض كما أن ، كثافة الهواء فوق مساحة أبرد تكون أكبر ، وبذلك يكون ضغطها أكبر وتسمى مثل هذه المساحة بالمرتفع . والآن يجب أن تفهم لماذا تهب الرياح من المناطق ذات الضغط العالى وتتجه نحو المناطق ذات الضغط المنخفض .

إن نسيم البر ونسيم البحر بالقرب من شاطىء محيط أو بحيرة لمثالان

لتيارات الحمل . فيهب النسيم من الماء إلى الأرض نهاراً ويتغير اتجاهه ليلا ويهب من الأرض إلى الماء . اشرح السبب ولاحظ كيف تنخفض درجة حرارة الأرض ليلا فى شكل ٣٤ .

قياس ضغط الهواء

كيف يمكن قياس ضغط الهواء ؟ يجذب الهواء إلى أسفل بقوة الجاذبية الأرضية ككل شيء آخر على الأرض . أى إن للهواء وزناً وبذلك يضغط على الأرض . يتغير ضغط الهواء من يوم لآخر وتحدث تغيرات الضغط هذه تغيرات فى طقسنا . ولمعرفة كيف تعتمد تغيرات الطقس بتغيرات الضغط الجوى ، يستخدم جهاز ، يسمى البارومتر ، لقياس الضغط الجوى .

تجربة ٤٠

كيف يصنع البارومتر ؟

أقفل طرف أنبوبة زجاجية طولها حوالى ٣٤ بوصة بتسخينه فى لهب . وعندما تبرد الأنبوبة ، املأها بالزئبق بعناية ، وضع إصبعك على طرفها المفتوح ونكسها فى حوض صغير به زئبق . ارفع طرف الأنبوبة قليلا فوق قاع الحوض وعلقها كما مبين فى شكل ٤ فى صفحة ٤٥ أما زال الزئبق يملأ كل الأنبوبة ؟ لماذا انخفض ؟ ولماذا لم ينخفض كل الزئبق فى الأنبوبة ؟ قس ارتفاع عمود الزئبق من مستوى الزئبق فى الحوض إلى مستواه فى الأنبوبة . وسجل هذه القراءة بالبوصات والسنتيمترات .

تجربة ٤١

ما علاقة التغيرات فى حالة الطقس بتغير الضغط الجوى ؟

قس ارتفاع عمود الزئبق مرتين يومياً ولفترة أسبوعين . وفى كل مرة تقرأ فيها البارومتر ، سجل رصدات الطقس . وسجل مشاهداتك فى جدول كالآتى :

التاريخ	قراءة الصباح	طقس الصباح	قراءة بعد الظهر	طقس بعد الظهر	ملاحظات أخرى عن الطقس
١٢ نوفمبر	٢٩¼ بوصة	صحو	٢٩¼ بوصة	توجد سحب	كانت الريح تهب من جهة الغرب
١٣ نوفمبر	٢٩ بوصة	ريح وممطر	٢٩ بوصة	ممطر	أسخن
— ؟ —	— ؟ —	— ؟ —	— ؟ —	— ؟ —	— ؟ —

وبعد انتهاء مدة الرصدات ، ادرس الجدول جيداً واكتب بعناية ما تستنتجه للإجابة على سؤال هذه التجربة .

ولقد عرفت من هذه التجارب أن الضغط الجوى يتزن مع عمود الزئبق فى البارومتر . فاذا زاد ضغط الهواء فانه يدفع زئبقاً أكثر فى الأنبوبة حتى يتزن معه . أما إذا قل ضغط الهواء فان قليلا من الزئبق يخرج من الأنبوبة إلى الحوض وبذلك يمكن قياس ضغط الهواء بارتفاع عمود الزئبق الذى يتزن معه بالبوصات أو السنتيمترات . ويبلغ ارتفاع زئبق البارومتر ٣٠ بوصة تقريباً أو ٧٦ سنتيمتراً عند سطح البحر . ويبلغ الضغط عند سطح البحر حوالى ٧ر١٤ رطلا على البوصة المربعة .

يبين شكل ٥ بارومتراً زئبقياً . والبارومترات الزئبقية ليست سهلة النقل ولكن يمكن نقل جهاز من نوع آخر يسمى بارومتر انرويد ويبين شكل ٧ بارومتر انرويد بعد نزع غطائه . وقد فرغ الصندوق المعدنى المستدير ذو التموجات الدائرية من بعض هوائه ثم أحكم لحامه . فاذا زاد ضغط الهواء ، انضغطت سطوح الصندوق إلى الداخل وإذا قل ضغط الهواء تحركت السطوح إلى الخارج وينقل هذه الحركة جهاز دقيق إلى مؤشر يتحرك على تدريج .

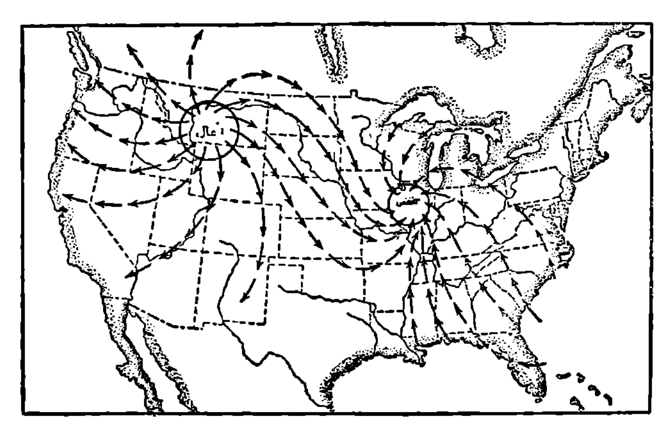
وفى مكتب الأرصاد تسجيلات مستمرة لتغيرات ضغط البارومتر .

ويعمل مثل هذا التسجيل بوساطة الباروجراف الذى يعمل بنفس طريقة بارومتر انرويد إلا أن جهازه يحرك إبرة على شريط بدلا من المؤشر الذى يتحرك على تدريج . ويدار الشريط بآلة ساعة ، وبذلك يمكن الاحتفاظ بتسجيلات البارومتر لمدة أسبوع على شريط واحد .

اتجاه تغيرات الطقس

لماذا تأتى تقلبات الطقس من الغرب ؟ لقد علمت أن المناطق ذات الضغط المنخفض وذات الضغط العالى سببها التسخين غير المتساوى للهواء . ويرتفع الهواء فوق منخفض حلزونياً إلى أعلى ويهبط الهواء فوق مرتفع حلزونياً إلى أسفل . وبهذه المساحات كتل هائلة من الهواء يختلف قطرها من ٤٠٠ إلى ١٠٠٠ ميل .

يرتفع الهواء فوق منطقة ضغط منخفض بالقرب من المركز بينما يتحرك الهواء المحيط به نحو الداخل بحركة حلزونية . وحركة الهواء الحلزونية حول منخفض تكون دائماً فى عكس اتجاه حركة عقارب الساعة . ويهبط الهواء فوق منطقة ضغط عال حلزونياً ومتجهاً نحو الخارج بعيداً عن المركز فى اتجاه عقارب الساعة . وتنشأ الحركة الحلزونية للهواء المتحرك أو الرياح حول المنخفضات والمرتفعات ، من حركة الأرض الدائرية . ادرس شكل ٣٥ .

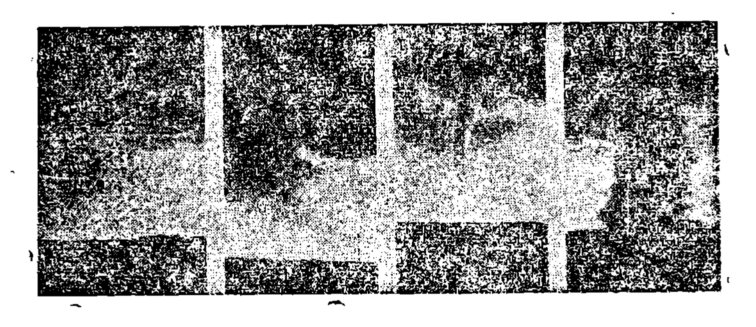


شكل ٣٥) تهب الرياح من مركز منطقة ذى ضغط عال فى اتجاه عقارب الساعة متجهة نحو مركز منطقة ذى ضغط منخفض فى اتجاه عكس عقارب الساعة .

وتتعرض أمريكا الشمالية للرياح الغربية الشديدة المتكررة التى تهب بانتظام من الغرب نحو الشرق . وتنقل هذه الرياح المنخفضات والمرتفعات فى أنحاء البلاد وبذلك تأتى عادة تغيرات الطقس عندنا من جهة الغرب .

رياح التورنادو والنكباء

« التورنادو » عواصف ريحية محلية شديدة تهب فوق الأرض . ويوجد فى وسط التورنادو سحابة قمعية الشكل رفيعة تدور حلزونياً بسرعة كبيرة وربما تصل سرعة الوسط الدائر حلزونياً إلى أكثر من مائة ميل فى الساعة . وهذا يسبب نقصاً كبيراً فى ضغط الهواء داخل السحابة القمعية الشكل . وتتحرك التورنادو عادة عبر البلاد من الجنوب الغربى إلى الشمال الشرقى بمعدل ٤٠ أو ٥٠ ميلا فى الساعة .



(شكل ٣٦) التورنادو عاصفة ريحية محلية شديدة مصحوبة بسحابة قمعية الشكل مميزة لها .

وتنفجر حوائط المبانى التى فى طريق السحابة القمعية إلى الخارج أوتطير الأسقف إلى أعلى . ويحدث هذا لأن ضغط الهواء العادى داخل المبانى أكبر من الضغط داخل السحابة القمعية. ويبين شكل ٣٦ صورة للتورنادو. وأضرار التورنادو لا تتعدى المساحة التى تغطيها السحابة القمعية وقد يبلغ اتساع هذه المساحة ربع ميل . أما التورنادو فوق الماء فتعرف باسم نافورة مائية .

العواصف النكباء وهى عواصف دوامية كبيرة جداً يبلغ قطرها عادة بضع مئات من الأميال . وتنشأ فوق الماء ، ولكن كثيراً ما تتجه نحو المناطق

الأرضية مسببة أضراراً جسيمة . والنكباء تشبه التورنادو فى أن لها حركتين : احداهما دوامية ، والأخرى تقدمية إلى الأمام . وربما تسبب الحركة الدوامية رياحاً تزيد سرعاتها على مائة ميل فى الساعة . أما الحركة التقدمية فعادة تختلف سرعاتها من خمسة إلى ثلاثين ميلا فى الساعة .

اختبر معلوماتك

١ – لماذا تكون المعرفة بالرياح هامة فى التنبؤات عن حالة الطقس ؟
٢ – لماذا يكون البارومتر جهازاً مهماً فى مكتب الأرصاد ؟
٣ – لماذا يتغير ضغط البارومتر من يوم لآخر ؟
٤ – فى أى غرض يستخدم متسلقو الجبال البارومتر ؟
٥ – كيف يعمل البارومتر الزئبقى ؟
٦ – كيف يعمل بارومتر انرويد ؟
٧ – لماذا يهب النسيم عند الشاطىء فى اتجاه واحد أثناء النهار وفى الاتجاه المضاد ليلا ؟
٨ – اشرح طريقة عمل الباروجراف .
٩ – لماذا تحتوى الطائرات على بارومترات انرويد ؟
١٠ – اشرح الفروق بين التورنادو والنكباء ؟
١١ – يقال إن الرياح تهب عادة من مرتفع إلى منخفض . فلماذا ؟

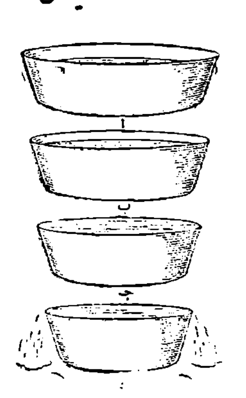
المسألة الثالثة – كيف يؤثر بخار الماء فى الهواء على حالة الطقس ؟

بخار الماء فى الهواء

عرفت فى فصل سابق أنه يوجد دائماً بعض بخار الماء فى الهواء . وأن الهواء الساخن سعته المائية أكبر من الهواء البارد . فاذا برد هواء ساخن مشبع ، تبريداً كافياً فان بعض بخار الماء يتكثف ويكوّن الندى ، والضباب والسحب والمطر والصقيع أو الجليد . وسيوضح لك ذلك شكل ٣٧ .

الآنية ا ، ب ، جـ ، د تمثل كميات الماء التى بالهواء فى درجات حرارة

مختلفة فمثلا ا يمثل درجة حرارة أعلى من د . افرض أن الرطوبة النسبية ٧٥ في المائة في يوم معين عندما كانت درجة الحرارة مرتفعة . فهذا يدل على أن كمية الماء التي بالهواء هي ٧٥ في المائة من الكمية التي تشبعه . ويمثل الإناء ا هذه الحالة ؛ أي إن ٧٥ في المائة فقط منه مملوء بالماء . فاذا انخفضت درجة حرارة الهواء الآن ، فتقل كمية الماء التي يستطيع حملها الهواء ويمثل الإناء ب هذه الحالة . فى الحقيقة كمية الماء واحدة وتكون كما لو صببنا الماء الذى في الإناء ا فى الإناء ب . وبما أن الإناء ب أصغر من الإناء ا فيمتلىء الإناء ب أكثر من الإناء ا بنفس الحجم من الماء . وعندما يحدث هذا فى الهواء نقول إن الرطوبة النسبية قد زادت .



(شكل ٣٧) تختلف السعة المائية للهواء باختلاف درجات الحرارة وتمطر إذا كان هناك بخار ماء أكثر مما يشبع الهواء .

وإذا استمر تبريد الهواء ، تقل سعته المائية . وعندما تنخفض درجة الحرارة إلى الدرجة التي يحتوى عندها الهواء على الكمية التي يمكنه حملها ، يقال إن الهواء أصبح مشبعاً . ويمثل الإناء ج حالة التشبع . وتسمى درجة الحرارة التي عندها يتشبع الهواء بنقطة الندى . وإذا برد الهواء تحت نقطة الندى ، يتكثف بعض بخار الماء كما ينسكب الماء الزائد فى الإناء د .

تجربة ٤٢

ما هى نقطة الندى للهواء الذى فى حجرتك الدراسية ؟

املأ ثلثى كأس معدنية لامعة كتلك التي تستعمل فى القياسات والتى تصنع من الألومنيوم ، املأها بالماء البارد . واخفض درجة حرارة الماء ببطء وذلك بإضافة كميات صغيرة من قطع الثلج . قلب الثلج والماء باستمرار بوساطة ترمومتر ولاحظ جيداً السطح الخارجى للكأس من حين لآخر . اقرأ الترمومتر فى اللحظة التي يبدأ فيها تكثف بخار الماء على السطح الخارجى للكأس ، فتكون هى نقطة الندى للهواء الذى فى حجرتك الدراسية .

يخرج بخار الماء من الهواء

يخرج بخار الماء من الهواء فى عدة صور مثل السحب والضباب والمطر والجليد والصقيع والندى والبرد والمطر الجليدى . دعنا نر ما هى أسباب هذه الصور المختلفة من التكثف ؟ ولنفرض أننا بدأنا بالضباب الذى هو عبارة عن سحاب متكون بالقرب من الأرض . وهو مكون من دقائق مائية صغيرة . وفى الحقيقة أن الماء المتكثف الذى تراه من التنفس فى صباح بارد ، ما هو إلا ضباب صغير . فما عرفت ترى أن السحاب أو الضباب تكوّن ؛ لأن بخار الماء فى الهواء برد تحت نقطة الندى . والسؤال الآن هو : « كيف يبرد الهواء تحت نقطة الندى ؟ » .

بينما يرتفع الهواء الساخن المحمل ببخار الماء فى منطقة ضغط منخفض ، فإن الضغط عليه يقل تدريجياً لأن ضغط الهواء يقل كلما زاد الارتفاع ويسبب هذا تمدد الهواء . ودعنا الآن نر كيف يؤثر التمدد على الهواء .

تجربة ٤٣

كيف يؤثر التمدد على الهواء ؟

اطرد قليلا من الهواء من إطار عجلة سيارة أو دراجة وضع إصبعك فى تيار الهواء الخارج . ما درجة حرارة الهواء أثناء خروجه ؟ هل تمدد الهواء ؟ كيف يؤثر التمدد على الهواء ؟

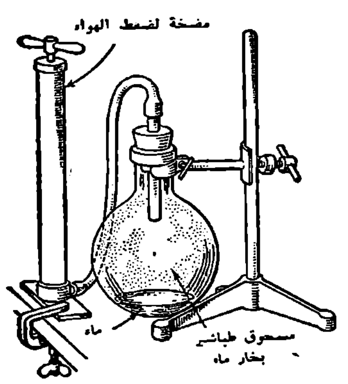
كان الهواء مضغوطاً داخل الإطار فى حيز صغير وعندما سمحت له بالخروج ، تمدد أو انتشر . وعندما يتمدد الهواء تمدداً كافياً لتبريد بخار الماء تحت نقطة الندى ، يتكون سحاب . دعنا نعمل سحابة بهذه الطريقة .

تجربة ٤٤

كيف تكون سحابة باستخدام تمدد الهواء ؟

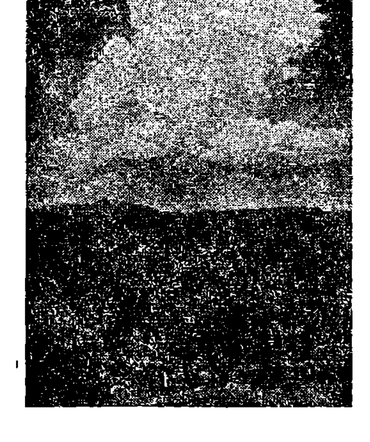
نظف جيداً دورقاً كبيراً أو زجاجة لبن وصب فيها قليلا من الماء الساخن ورش قليلا من مسحوق الطباشير فى الهواء الذى يعلو الماء . أدخل

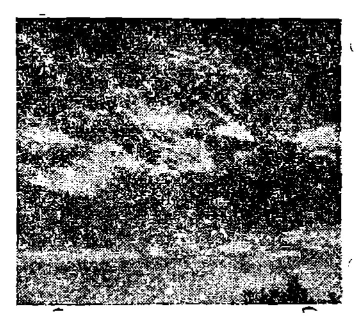
أنبوبة زجاجية طولها حوالى أربع بوصات فى سداد مطاطى ذى ثقب واحد محكم جيداً فتحة الدورق . صل الأنبوبة الزجاجية بمضخة دراجة أو سيارة عادية بوساطة أنبوبة مطاطية . وأحكم غلق الدورق بالسداد وأمسكها بينما يضغط زميلك هواء فى الدورق .وبعد ما يزداد الضغط داخل الدورق دع السداد تقذف بعيداً . فماذا حدث؟ إذا لم تحصل على ضباب فأضف قليلا من الكحول إلى الماء . هل تمدد الهواء ؟ هل برد التمدد الهواء تحت نقطة الندى ؟

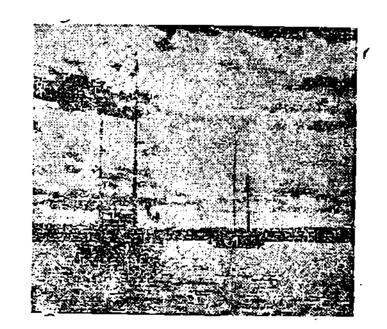


(شكل ٣٨) يبرد التمدد المفاجىء الهواء إلى درجة أقل من نقطة الندى ويسبب تكثف بخار الماء.

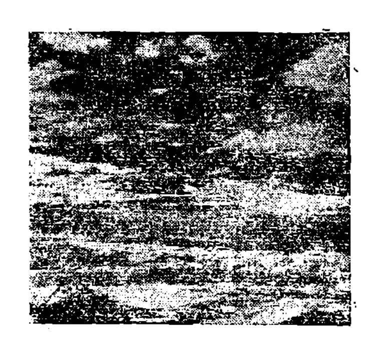

(شكل ٣٩) سحب ركامية . لاحظ التركيب الشبيه بالقطن .


(شكل ٤١)
سحب مزينة . لاحظ الكتل الداكنة.


(شكل ٤٠) سحب زغبية. لاحظ الشكل القشى؟



(شكل ٤٢)
سحب طبقية . لاحظ الطبقات



(شكل ٤٣) سحب طبقية عالية . تكون السحب يكون عادة باتحاد سحابتين سفليتين

صور السحاب

دراسة السحب ممتعة وهى تساعدنا على التنبؤ بحالة الطقس . وصور السحاب الأكثر شيوعاً مبينة فى الخمس الصور السابقة :

فالسحب الركامية وهى الكتل الضخمة البيضاء التى ترى عادة فى الصيف ، والسحب الزغبية وهى رفيعة تشبه القش وتتكون فى الطبقات العليا ، والسحب المزنية وهى الثقيلة الداكنة المصحوبة بالعواصف . والسحب الطبقية وهى التى تظهر كأنها فى طبقات .

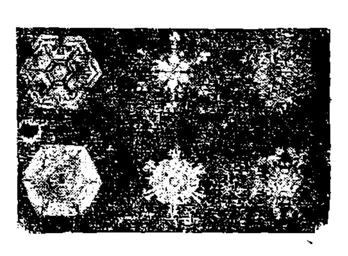
المطر والجليد

يمكن تبريد الهواء بطرق أخرى غير تمدده . فيتكون الضباب الكبير تجاه شاطىء نيوفونلاند عندما تتلامس كتل هوائية ساخنة آتية من الجنوب مع كتل هوائية أبرد آتية من الشمال ومتجهة نحو الجنوب .

وعندما يبرد الهواء تحت نقطة الندى ، فربما تتجمع قطرات الماء وتسقط على شكل مطر . وإذا كانت نقطة الندى أقل من درجة تجمد الماء التى هى ٣٢°ف ، فيأخذ بخار الماء شكل بلورات من الجليد . وبلورات الجليد سداسية الأوجه عادة ولكن ربما تأخذ أشكالا مختلفة . انظر شكل ٤٤ .

الندى والصقيع

يتكون الندى والصقيع بالقرب من الأرض وربما قد سمعت التعبير : « لقد سقط الندى » ولكن الندى لا يسقط بل يتكون على أجسام قريبة من سطح الأرض . فتبرد الأرض تدريجياً بعد غروب الشمس وبذلك يبرد الهواء القريب من الأرض بسرعة إلى تحت نقطة الندى . ويتكثف بعض بخار الماء الذى يحمله على هيئة ندى على الحشائش والأجسام الأخرى وتنخفض نقطة الندى أحياناً أثناء العام عن درجة تجميد الماء وبذلك يتكثف بخار الماء فى الهواء على هيئة صقيع ، أى إنه يتغير من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة بدون أن يصبح سائلا ، وعلى ذلك فليس الصقيع ندى متجمداً .



(شكل ٤٤) لا تتشابه بلورتان من بلورات الجليد مع أنها كلها ذات ستة أوجه .

كيف يتكون البرد

نرى أحياناً البرد فى الصيف . إذا قطعت مقطعاً فى قطعة من البرد فسترى أنها مكونة من طبقات كالمبينة فى شكل ٤٥ . والبرد هو مطر متجمد ويتكون عندما تمر قطرات المطر فى طريقها إلى الأرض ، خلال طبقة من الهواء درجة حرارتها أقل من درجة التجمد. وهنا تتجمد قطرات المطر إلى قطع صغيرة ، التى ربما تقع وسط تيار هوائى ساخن صاعد فيتسبب فى إسالة سطوحها وربما تجمع كمية إضافية من بخار الماء . وعندما تسقط ثانياً خلال الهواء الأبرد، تتجمد عليها طبقة أخرى من الثلج . وربما تتكرر هذه العملية عدة مرات قبل أن تصل قطع البرد إلى الأرض . وربما يصل حجم قطع البرد إلى حجم كرة التنس .

(شكل ٤٥) قطع البرد هى قطرات مائية تجمدت فى طريقها عبر الجو وتحتوى على طبقات من الجليد

دورة الماء

لقد عرفت كيف يتسرب الماء فى الهواء وكيف يخرج منه . وربما فكرت أن الماء فى الطبيعة يمر فى دورة مستمرة ، تعرف بدورة الماء . ادرس شكل ٤٦ .

الهواء البارد الجاف أكبر كثافة من الهواء الساخن المحمل ببخار الماء ، وينخفض إلى أسفل نحو الأرض . وعندما يمس الأرض الساخنة فانه يسخن وتزداد سعته المائية. ويأخذ الهواء المسخن عند مروره فوق الأجسام المائية كميات هائلة من بخار الماء التى تتبخر من المحيطات والبحيرات والأنهار. ويبتدىء هذا الهواء الساخن المحمل ببخار الماء فى الارتفاع ويبتدىء فى التمدد

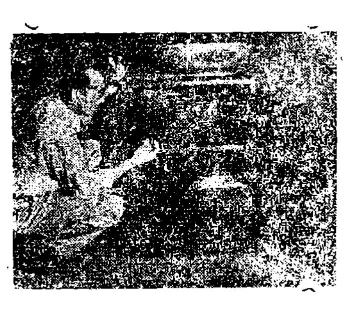
(شكل ٤٦) يمر الماء فى الطبيعة بحالات من التكثف والتبخر .

عندما يدفع بالهواء الأبرد النازل وتنخفض درجة حرارته نظراً لتمدده . وعندما يبرد الهواء إلى درجة أقل من نقطة الندى ، فان بخار الماء يتكثف إلى سحب ، وإذا استمرت عملية التبريد فتتكثف كمية أخرى من بخار الماء وتسقط طبعاً إلى الأرض على شكل مطر . وربما يبدأ الهواء الجاف البارد الآن فى التحرك ثانية إلى أسفل نحو الأرض .

اسقاط المطر

هل يمكن إنزال مطر ؟ هناك معتقدات قديمة بين بعض قبائل الهنود أن بعض الطقوس الدينية تسبب سقوط الأمطار على الأرض وقد أخفقت كل محاولة للحصول على أمطار بقذف مفرقعات فى الهواء . وعلى كل حال فقد ابتدأ العلماء حديثاً فى الدراسة العميقة لتكوين سحب ممطرة يتكثف بخار مائها عند بذر قطع صغيرة من الثلج الجاف (ثانى أكسيد الكربون الصلب) فيها من طائرة ، لأن الثلج الجاف بارد جداً (حوالى — ١٠٩° ف) وبذلك

يسبب تكثف بخار الماء فى السحاب . وقد أمكن بذلك تكوين عواصف ثلجية وعواصف ممطرة على مساحات صغيرة . ومن الممكن أيضاً أن نبذر سحب الأمطار بمركب كيموى يسمى يودور الفضة ويبين شكل ٤٧ الجهاز المستخدم لبذر السحب للحصول على سحاب ممطر .



(شكل ٤٧) جهاز يستخدم لتكوين السحب للحصول على أمطار .

اختبر معلوماتك

١ — عرف الرطوبة النسبية ، نقطة الندى ، تشبع ، تبخر ، تمدد ، تكثف .

٢ — اشرح كيف يمكن للهواء أن يبرد إلى درجة أقل من نقطة الندى .

٣ — لماذا يتكون الصقيع على السطح الداخلى لألواح النوافذ الزجاجية فى الأيام الباردة جداً ؟

٤ — ما سبب الأمطار ؟ وكيف يتكون الجليد ؟

٥ — يبرد الماء فى بعض البلاد الاستوائية بوضعه فى حقائب من الكتان تسمح لجزء منه بالرشح منها إلى الخارج . فلماذا يبرد هذا الماء ؟

٦ — اشرح تكون الندى .

٧ — اشرح كيف يتكون البرد .

٨ — هل يسقط الندى ؟ وضح ذلك .

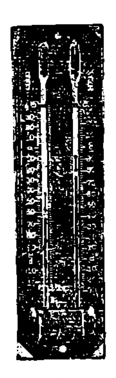
٩ — اشرح دورة الماء فى الطبيعة .

١٠— صف أنواع السحب الأربع .

المسألة الرابعة ـ كيف يمكن التنبؤ بتغـــــيرات الطقس ؟

يوجد بمحطة الأرصاد أجهزة عديدة لجمع المعلومات عن الطقس ولقد رأيت أن الباروجراف يسجل باستمرار ضغط الهواء ، وأن السيكرومتر يقيس الرطوبة النسبية ، ويبين ترمومتر النهاية العظمى والصغرى أقصى وأقل

درجة حرارة وصل إليها الجو فى فترة معينة . والأنبوبة فى هذا الترمومتر ملتوية أى ذات شعبتين ويوجد فى كل شعبة مؤشر صغير من الصلب يطفو فوق الزئبق ويقف أحد المؤشرين عند أقصى درجة حرارة وصل إليها الهواء فى يوم بينما يقف الآخر عند أقل درجة حرارة . ويهيأ الترمومتر للعمل ثانياً بتحريك المؤشرين ثانيـة إلى الزئبق بوسـاطة مغناطيس .



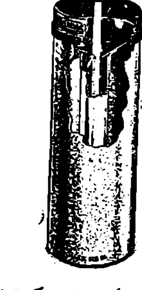
(شكل ٤٨) ممكن قراءة أقصى وأقل درجات حرارة وصل إليها الجو فى فترة زمنية بوساطة ترمومتر النهاية العظمى والصغرى

وتقاس سرعة الريح بوساطة الأنيمومتر المبين فى شكل ٤٩ .

وللأنيمومتر عدة كئوس معدنية متصلة بقضبان متقاطعة تدور إذا هبت ريح . ومتصـل بجهاز ، داخل محطة الأرصاد ، يسجل سرعة الريح بالأميال فى الساعة .

(شكل ٤٩) يستخدم الأنيمومتر فى قياس سرعة الريح بالأميال فى الساعة .

وتقاس كمية المطر بمقياس المطر (شكل ٥٠) ويتركب من إناء أسطوانى قطره ٨ بوصات وارتفاعه ٢٠ بوصة وقمته على شكل قمع . تنساب مياه المطر الساقطة على التمع إلى أنبوبة طويلة . ثم تقاس كمية الماء بها بالبوصات بوساطة مسطرة . ويوضع مقياس المطر في أغلب محطات الأرصاد الجوية على السطح ، وله جهاز أوتوماتيكى يسجل قراءته داخل المحطة .



(شكل ٥٠) تقاس كية المطر بوساطة مقياس المطر وتقاس كية الجليد بعد ذوبانه .

ويقاس معدل سقوط الجليد بطريقة مماثلة لطريقة قياس معدل سقوط

المطر إذ يجمع الجليد فى مكان لا تؤثر عليه الريح . وينقل مقياس الجليد إلى الداخل بعد انتهاء سقوط الجليد ، حيث يذاب الجليد ثم يقاس بعد ذلك ارتفاع الماء بالبوصات .

تجربة ٤٥

كيف يمكنك تسجيل حالة الطقس باستمرار ؟

أحضر أكبر كمية على قدر استطاعتك من أجهزة قياس حالة الطقس ، السابق شرحها وابدأ بأخذ الرصدات مرتين يومياً ، مرة فى حوالى الساعة التاسعة صباحاً والأخرى حوالى الساعة الرابعة بعد الظهر ، وسجل رصداتك فى جدول كالآتى وعلقه فى لوحة الإعلانات .

رصدات الطقس وتنبؤاته

التاريخ	الزمن	درجة الحرارة	الرطوبة النسبية	قراءة البارومتر	اتجاه الريح	نوع السحاب المتكون	حالة السماء	التنبؤ
١٠ يناير	٩ صباحاً	٤٠°ف	٤٢٪	٧٥٫٦	شمالى	طبقية	غمام جزئى	رياح
	٤ مساء	٤٤°ف	٤٦٪	٧٥٫٠	شمالى غربى	طبقية	غمام	

إذا استطعت المساهمة فى الحصول على خريطة الطقس اليومية ، فستجدها معيناً كبيراً فى عمل الرصدات والتنبؤات . أما إذا لم تستطع الحصول عليها فيمكنك الاستعانة بالخريطة المنشورة فى الجرائد .

خريطة الطقس اليومية

تصدر خريطة الطقس فى واشنجطن ، د . ث . وهى تلخص المعلومات التى وصلت تلغرافياً إلى المكتب الجوى من رصدات أخذت مرتين يومياً فى عدة أماكن وفى نفس الوقت . وهى تبين لأول وهلة حالة الطقس فى جميع

أنحاء البلاد . دعنا نختبر خرائط الطقس فى صفحات ١٣٣ ، ١٣٤ ، ١٣٦ التى عملت فى ثلاثة أيام متتالية .

قبل أن نتمكن من قراءة خريطة الطقس ، يجب أن تعرف الرموز المختلفة المستعملة فيها . فيرمز لكل محطة يجرى فيها رصدات ، بدائرة وتعرف بدائرة المحطة . ويمكنك استنتاج حالة الطقس العامة عند أى نقطة وذلك بالنظر إلى الدائرة ثم الاستعانة بالجدول الموجود فى ركن الخريطة السفلى جهة اليسار . ومعظم الصحف لها نفس الرموز لـ : الجو الصافى ، به سحب ، مطر ، جليد ، ولكن ربما تختلف قليلا رموزها للحدود .

الرمز		نسبة السماء المغطاة بالسحب
○	٠	لا توجد سحب (الرقم صفر غير مكتوب على الخريطة)
⦶	١	أقل من عشر
⦶	٢	عشر
◔	٣	من عشرين إلى ثلاثة أعشار
◑	٤	من أربعة إلى ستة أعشار
◕	٥	من سبعة إلى ثمانية أعشار
[symbol]	٦	تسعة أعشار
[symbol]	٧	أكثر من تسعة أعشار لكن بفتحات
●	٨	عشرة أعشار أو كلها مغطاة
⊗	٩	السماء مظلمة

مقياس رمزى لسرعة الريح

الرمز	ميلاد فى الساعة
◎	هادىء
	١ – ٣
	٤ – ٧
	٨ – ١٢
	١٣ – ١٨
	١٩ – ٢٤
	٢٥ – ٣١
	٣٢ – ٣٨
	٣٩ – ٤٦
	٤٧ – ٥٤
	٥٥ – ٦٣
	٦٤ – ٧٥
	أكثر من ٧٥

ويمكن معرفة كمية السحب عند أى محطة باستخدام الجدول السابق ، والاتجاه الذى تهب منه الريح موضح بخط متصل بدائرة المحطة . ويوجد فى طرف الخط علامة أو أكثر للدلالة على السرعة التى تهب بها الريح . فمثلا يدل الرمز على أن الريح تهب من الشمال الغربى بسرعة تتراوح بين ١٩ ، ٢٤ ميلا فى الساعة . ويمكن معرفة سرعة الريح بالاستعانة بالجدول السابق .

ويمكن تمييز حدود كتل الأنواع المختلفة من الهواء بالطريقة الآتية :

الحدود والكتل الهوائية

يسمى الحد الفاصل بين كتلتين مختلفتين من الهواء جبهة ويحدث غالباً تغيرات فى الطقس إذا تحركت هذه الجبهات ، وتوضع علامات نصف دائرية و/ أو مثلثة على الخطوط التى تمثل الجبهات لتحدد نوع الجبهة . ففى الجانب الذى توضع فيه العلامات يدل على اتجاه الحركة . ويسمى الحد الفاصل بين هواء بارد نسبياً آت من القطب ، متقدم نحو مساحة ذات هواء أسخن آت من المنطقة الاستوائية ، يسمى جبهة باردة ، كما يسمى الحد الفاصل بين هواء ساخن نسبياً متقدم نحو مساحة بها هواء أبرد ، بجبهة ساخنة . ويسمى الخط المحـــدد لجبهة باردة غطت جبهة ساخنة ، بجبهة امتصاص . ويسمى الفاصل بين كتلتين هوائيتين الذى يظهر فى لحظة الرصد ميلا للتقدم نحو الكتلة الساخنة ، أو الكتلة الباردة ، بجبهة ساكنة . وتعرف حدود الكتل الهوائية باسم جبهات سطحية عندما تتقابل فى مستوى سطح الأرض ، وباسم جبهة هواء علوية عندما لاتتقابل فى مستوى سطح الأرض . وترسم الجبهات السطحية بخطوط سوداء متصلة ، وترسم الجبهات المرتفعة عن سطح الأرض بخطوط عادية بدون تظليل .

ويبين الجدول التالى رموزاً للجبهات والأسهم الدالة على اتجاه حركاتها .

▲●▲●	جبهة ساخنة (سطحية)	◠◠◠	جبهة ساخنة (فوق سطح الأرض)
▲▲▲	جبهة باردة (سطحية)	△△△	جبهة باردة (فوق سطح الأرض)
▲●▲●	جبهة امتصاص (سطحية)	●▼●▼	جبهة ساكنة (سطحية)

وتأتى الكتل الهوائية ، التى تهب على الولايات المتحدة ، من عدة أماكن ويمكنك معرفة مصدر كتلة هوائية باستخدام الإرشادات الآتية :

الكتل الهوائية مقسمة على حسب أصلها وصفاتها المميزة لها . فمثلا يدل الحرف ق (قطبى) على هواء بارد نسبياً آت من المناطق الشمالية ، كما يدل الحرف إ (استوائى) على هواء ساخن نسبياً آت من المناطق الجنوبية . والحروف التى تسبق الحرفين ق ، إ تدل على بحرى (ب) أو قارى (ق) والهواء البحرى

مشبع نسبياً ببخار الماء أما الهواء القارى فهو جاف نسبياً . والحروف التى تلى الحرفين ق ، إ تبين أن كتلة الهواء أبرد (ك) أو أسخن (و) من السطح الذى تتحرك عليه . وتدل علامة (+) بين رمزى كتلتين من الهواء ، بأن الكتل الهوائية مختلط بعضها ببعض ، كما أن سهماً (←) بين رمزين يدل على انتقال كتلة هوائية وتحولها من نوع إلى آخر . وتدل كتابة رمزى كتلتين هوائيتين فوق بعضهما وبينهما خط على أن إحدى الكتل الهوائية تعلو الأخرى على ارتفاعات منخفضة . وتتكون رموز الكتل الهوائية من الأحرف الآتية :

ب = بحرى ، ق = قارية ، سه = شمالية

ق = قطبية ، مـ = مدارية ، م = محورية

ع = علوية (كتلة من هواء جاف ساخن آت من الطبقات العليا)

ك = أبرد ، و = أسخن من السطح الذى يتحرك فوقه .

تجربة ٤٦

كيف تقرأ خريطة الطقس ؟

والآن ادرس جيداً إحدى خرائط الطقس وتعلم كيف تتعرف على جميع العلامات المختلفة التى تجدها :

١ — عين موضع المكان الذى به مرتفع .

٢ — عين موضع المكان الذى به منخفض .

٣ — عين المنطقة التى بها تكثف وحدده كمطر أو جليد أو ضباب أو غيره .

٤ — كيف تهب الرياح حول المناطق ذات الضغط المنخفض ؟

٥ — كيف تهب الرياح حول المناطق ذات الضغط العالى ؟

٦ — حدد جبهة كتلة هواء بارد . من أين أتت ؟

٧ — حدد جبهة كتلة هواء ساخن . من أين أتت ؟

٨ — حدد جبهة كتلة هواء ساكن . من أين أتت ؟

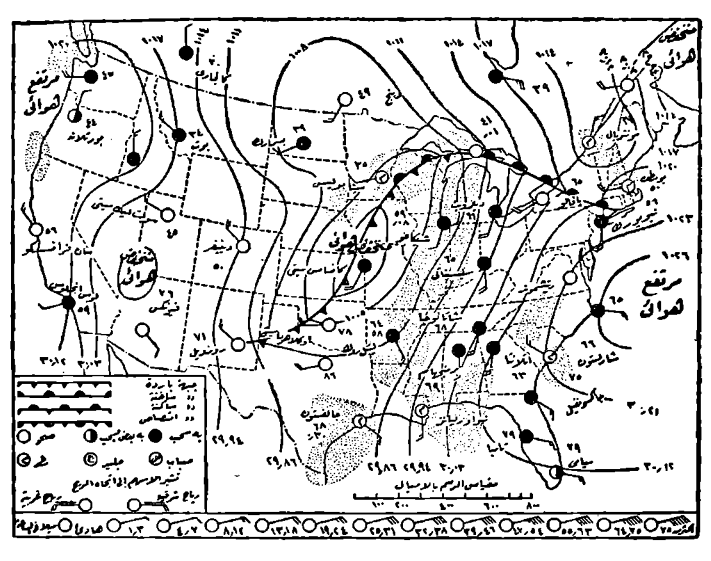
٩ — حدد على قدر المستطاع كلا من : مكان صحو ، به سحب ، به بعض السحب ، ممطر ، به جليد .

١٠— أوجد اتجاه وسرعة الريح فى أماكن عديدة .

تجربة ٤٧

كيف تتحرك المنخفضات والمرتفعات من يوم لآخر ؟

حدد منطقة ذات ضغط منخفض على خريطة الطقس لليوم الأول وكذلك حدد نفس المنخفض على خرائط الأيام التالية . كرر نفس العمل على منطقة ذات ضغط عال . وحدد أيضاً جبهة باردة على الخريطة الأولى وحددها نفسها على الخرائط التالية . كيف تتحرك المناطق ذات الضغط المنخفض والمناطق ذات الضغط المرتفع من يوم لآخر ؟ وكيف تتحرك الجبهة الباردة من يوم لآخر ؟



(شكل ٥١) خرائط جوية لثلاثة أيام متتالية .

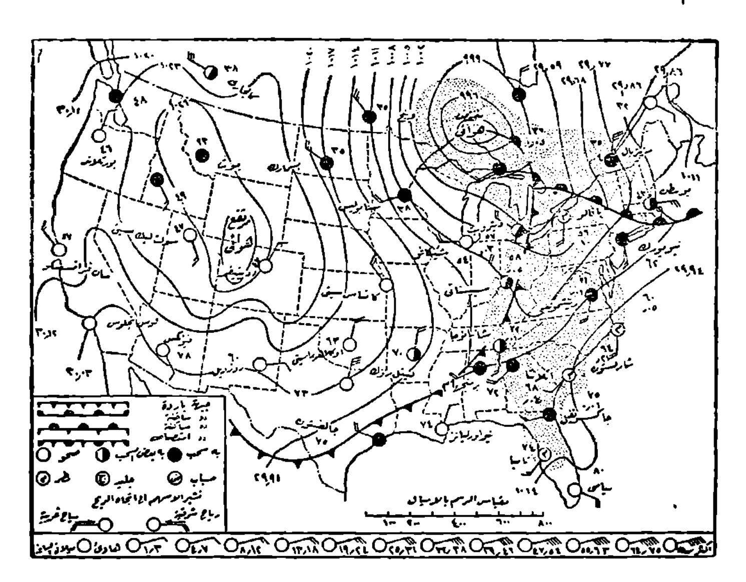
عرفت من دراستك لخرائط الطقس أنه يكتب كلمة « مرتفع » للمنطقة ذات الضغط المرتفع ، كما يكتب كلمة « منخفض » للمنطقة ذات الضغط المنخفض . وقد لاحظت أن مجموعة من خطوط متصلة تحيط بكل منطقة من هذه المناطق ، وتسمى هذه الخطوط بخطوط تساوى الضغط (ايسوبارز) وهى خطوط تصل الأماكن التى لها نفس الضغط عند سطح البحر . وتجد

عدداً فى نهاية كل خط مثل ١٠١١ ، ١٠١٧ أو ١٠٢٠ وهو يدل على الضغط على طول الخط مقدراً بالمللى بارات .

والمللى بار هو وحدة الضغط يستخدمها مكتب الأرصاد ، ٣٤ مللى بار تساوى بوصة واحدة من الزئبق تقريباً . وعندما تسمع من الراديو أن « قراءة البارومتر ٣٠ » فهذا معناه ٣٠ بوصة من عمود الزئبق وتساوى ١٠١٦ مللى بار على خريطة الطقس .

ابدأ من مركز منطقة ضغط منخفض ولاحظ ضغط كل من ايسوبار تالى إلى أن تصل إلى مركز مرتفع . هل لاحظت أن الضغط يزداد بانتظام من المركز المنخفض إلى المركز المرتفع؟ وبذلك يكون ضغط الهواء أقل ما يمكن عند مركز منخفض وأكبر ما يمكن عند مركز مرتفع .

وربما تجد خطوطاً منقطة ، على بعض خرائط الطقس ، مكتوباً عند طرفيها درجات حرارة ، تسمى هذه الخطوط بخطوط تساوى درجة الحرارة (ايسوثرم) وتصل الأماكن التى لها نفس درجة الحرارة .



كذلك أوضحت دراستك لخريطة الطقس أن مناطق الضغط المنخفض

ومناطق الضغط المرتفع تتبع بعضها البعض بالتناوب وتعبر البلاد من الجنوب الغربى إلى الشمال الشرقى لأننا فى مهب الرياح الغربية . ويفسر هذا أيضاً لماذا تأتى تغيرات الطقس من جهة الغرب . وتتبع المرتفعات والمنخفضات طرقاً عبر البلاد معروفة بدقة .

ظروف الطقس فى مناطق الضغط المرتفع وفى مناطق الضغط المنخفض

تجربة ٤٨

كيف يختلف الطقس فى منـــاطق الضغط المرتفع وفى مناطق الضغط المنخفض ؟

حدد على الأقل منطقتين من مناطق الضغط المنخفض وادرس جيداً ظروف الطقس عند إحدى المحطات المرسومة أو أكثر وانظر هل تستطيع أن تعرف بوجه عام نوع الطقس المصاحب لمنخفض . كذلك حدد بعضاً من مناطق الضغط المرتفع وكرر نفس العملية . ما نوع الطقس المصاحب لمنطقة ضغط منخفض ولمنطقة ضغط مرتفع ؟

ستبين دراستك أن مناطق الضغط المنخفض تسبب عموماً طقساً به سحب ومطر وجليد بينما تسبب فى مناطق الضغط المرتفع عادة سماء صافية وطقساً صحواً أبرد . هل يمكنك اقتراح تعليل لهذا مستعيناً بما تعلمته فى هذا السؤال والسؤالين السابقين له ؟

إذا كان تعليلك صحيحاً ، فلابد أن تكون قد اقترحت أن مناطق الضغط المرتفع تكون لها الخواص المميزة الآتية :

١ — هواء أبرد .

٢ — يدور الهواء حلزونياً إلى أسفل فى اتجاه عقربى الساعة .

٣ — يزداد الضغط أثناء تحرك الهواء إلى أسفل ، فيسخن ، ويزداد تبعاً لذلك سعته المائية وبذلك يصاحب مناطق الضغط المرتفع عادة طقس أبرد وأصفى .

وبالنسبة لمناطق الضغط المنخفض ، لا بد أن يشمل تعليلك الآتى :

١ — هواء ساخن وأقل كثافة .

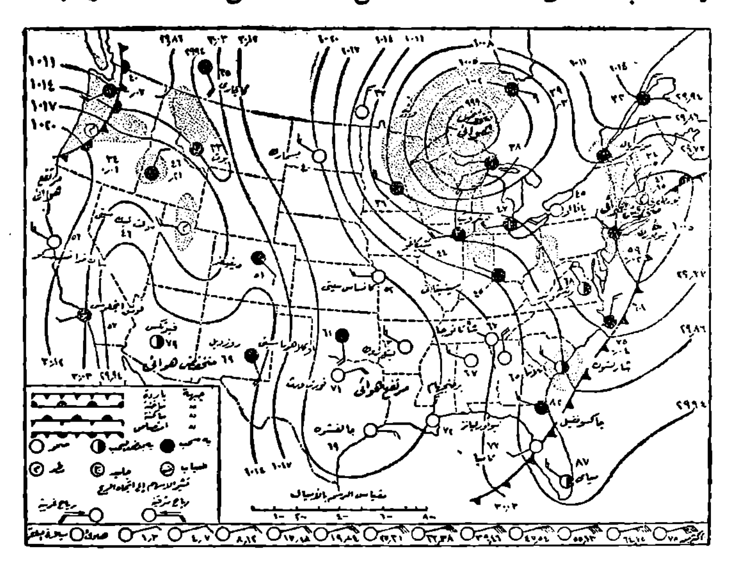
٢ ــ يدور الهواء حلزونياً إلى أعلى فى اتجاه عكس عقارب الساعة .

٣ ــ يحمل الهواء الساخن كمية من بخار الماء أكبر مما يحمله الهواء الأبرد .

٤ ــ يتمدد الهواء الآخذ فى الارتفاع عندما يصل إلى ارتفاعات كبيرة .

٥ ــ يبرد تمدد الهواء إلى درجة حرارة أقل من نقطة الندى ، مكوناً السحب وربما يتكون مطر أو جليد .

٦ ــ يصاحب مناطق الضغط المنخفض عادة طقس عاصف مملوء بالسحب .



كيف تعمل خريطة الطقس

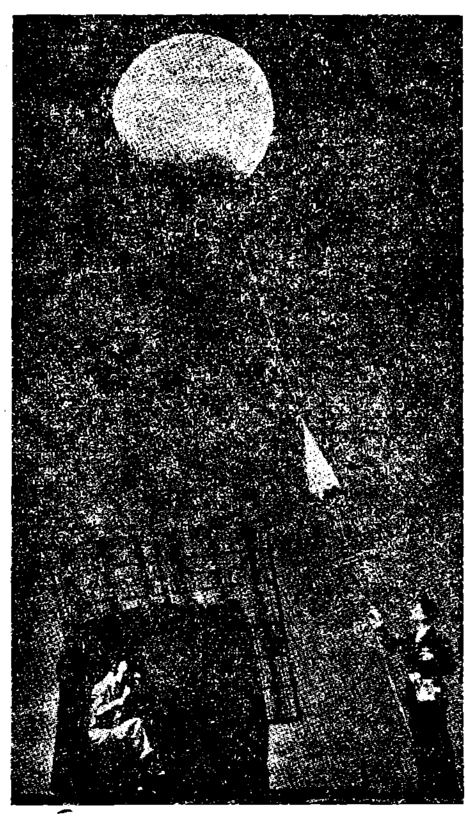
يوجد المركز الرئيسى لمصلحة الأرصاد الجوية الأمريكية فى واشنجطن د . ث . وتؤخذ الرصدات الجوية أربع مرات يومياً على الأقل فى مئات من المحطات فى جميع أنحاء أمريكا الشمالية . كما تؤخذ أيضاً فى البحر عن طريق سفن خاصة تجوب مناطق معينة وتبلغ رصدات الطقس . وتعمل خريطة الطقس من الرصدات المأخوذة فى الساعة السابعة والنصف صباحاً على حسب التوقيت الشرقى . وتشمل الرصدات المأخوذة فى كل محطة على اتجاه وسرعة الريح ، الطقس الحالى والذى سيحدث قريباً والكمية المتكثفة من المطر أو الجليد ، درجة الحرارة ونقطة الندى ومدى الرؤية والسحب والضغط الجوى وتغيراته خلال الثلاث الساعات الأخيرة .

وترسل هذه الرصدات إلى مكتب الأرصاد بواشنجطن بالتلغراف والراديو ، وتسجل معلومات كل محطة على خريطة كبيرة وترسم خطوط تساوى الضغط وخطوط تساوى درجة الحرارة ، كما تحدد الجهات المختلفة ، وكذلك تعين مناطق التكثف . ويستنتج من هذه المعلومات تنبؤات الطقس للأربع والعشرين الساعة القادمة لمناطق البلاد المختلفة . وكذلك يعمل لوح لطبع خريطة الطقس من هذه الرصدات . وفى خلال عدة ساعات تكون خريطة الطقس المطبوعة فى طريقها إلى أكثر من ألف وستمائة مركز للتوزيع . ولمصلحة الأرصاد أيضاً مراكز تنبؤات مساحية فى سان فرنسيسكو ودنيفر ومدينة كنساس ونيوأورليانز وبوسطن وشيكاغو .

رصدات الطقس فى الطبقات العليا

سبق أن شرحنا كيف نحصل على المعلومات الجوية عند سطح الأرض. وبالنسبة لتقدمنا السريع فى الطيران ، ازدادت أهمية الملاحظات الدقيقة والتنبؤ بحالات الطبقات العليا الجوية. ويجب على كل قائد طائرة أن يعرف حالات الطقس من نقطة إلى أخرى على طول الطريق أثناء طيرانه .

وتستخدم البالونات الجوية للحصول على معلومات جوية على ارتفاعات شاهقة . وتطلق هذه البالونات بعد ملئها بغاز الايدروجين . وتحمل جهازاً يعلق بأسفلها يسمى راديوسوند (انظر شكل ٥٢) وفى الحقيقة



(شكل ٥٢) يرفع الراديوسوند إلى طبقات الجو العليا بوساطة بالون جوى ، ليبلغنا بالضغط ودرجة الحرارة والرطوبة على ارتفاعات مختلفة وذلك بإشارات لاسلكية

فالراد يوسوندعبارة عن محطة إذاعة صغيرة جداً ترسل إشارات لاسلكية أوتوماتيكياً لجهاز مستقبل فى المحطة الجوية . وتدل هذه الإشارات على درجة الحرارة والضغط الجوى والرطوبة النسبية على ارتفاعات مختلفة تصل إلى بضعة آلاف من الأقدام . وأحياناً يحمل الراديو سوند هدفاً للرادار ليمكن تتبعه بدقة من المحطة بالرادار . وعندما ينفجر البالون عند ارتفاع معين ، يهبط الراديو سوند بوساطة باراشوت .

اختبر معلوماتك

١ ــ اشرح طريقة عمل خريطة الطقس .

٢ ــ اشرح أهمية تنبؤات الطقس لكل من : ربابنة السفن ، موزعى الوقود ، طيارين ، فلاحين ، سفن فى البحر ، زارعى الفواكه ، شركات توليد الكهرباء ، صانعى المثلجات .

٣ ــ كيف تساعد السفن فى البحر على تنبؤ الطقس ؟

٤ ــ اشرح أهمية تنبؤات الطقس فى زمن الحرب .

٥ ــ اشرح فائدة الأجهزة المختلفة التى يستخدمها المتنبىء الجوى .

٦ ــ اشرح كيف يقاس معدل سقوط الجليد ومعدل سقوط المطر .

٧ ــ عرف الأيسوبار ، والايسو ثرم ، جبهة باردة ، جبهة ساخنة ، مرتفع ومنخفض .

٨ ــ اشرح الرموز المختلفة الموجودة على خريطة الطقس حول محطة أرصاد .

٩ ــ كيف يرمز إلى اتجاه وسرعة الريح على خريطة الطقس ؟

١٠ــ اشرح الرموز المستخدمة فى خريطة الطقس التى تدل على نسبة مساحة السماء المغطاة بالسحب .

١١ــ ما نوع الجو الذى يصاحب عادة منطقة ضغط منخفض ؟ واذكر الأسباب

١٢ــ ما نوع الجو الذى يصاحب عادة منطقة ضغط مرتفع ؟ واذكر الأسباب.

المسألة الخامسة ــ ماذا يسبب أنواع المناخ المختلفة ؟

ربما قد سمعت من شخص متقدم فى السن يقول إن الشتاء كان أكثر برودة وأشد قسوة فى شبابه عما هو عليه الآن . ولكن هذا غير صحيح تبعاً

لسجلات مصلحة الأرصاد الجوية الأمريكية . فالمناخ فى منطقة معينة يكاد يكون هو نفسه فى السنين المتعاقبة ولكن يتغير تغيراً طفيفاً كل حقبة طويلة من الزمن .

الطقس والمناخ

ربما قد سمعت عن أماكن جيدة المناخ وعن أماكن أخرى رديئة المناخ . وعندما نتكلم عن المناخ فنقصد الأحوال السائدة لفترة طويلة من الزمن ولاتتغير من يوم لآخر كما يفعل الطقس . فمناخ كاليفورنيا المشمس هو صورة عامة لأحوال الطقس هناك . وربما يتغير طقس كاليفورنيا من يوم لآخر ولكنه عموماً مشمس ومبهج أثناء العام . وللندن أيام جميلة مشمسة ودافئة ولكن متوسط حالة المناخ فى فترة طويلة هى أنه رطب وذو سحب كثيرة . فالطقس هو التغيرات فى درجة الحرارة والضغط وإشراق الشمس ووجود السحب، والرطوبة النسبية التى تتعرض لها منطقة من يوم إلى آخر . أما المناخ فهو متوسط حالات الطقس أثناء فترات زمنية طويلة .

انواع المناخ

هناك حالات كثيرة للمناخ ؛ فالمنطقة القطبية حول القطب الشمالى مغطاة دائماً بالثلوج ، والمنطقة الجنوبية حول القطب الجنوبى جرداء خاوية محاطة بالثلوج وتظل درجة حرارتها تحت درجة التجمد لفترة طويلة من السنة ومن المحال أن توجد فى هذه المناطق الباردة أى حياة .

وقد وجد أن أقصى درجات حرارة وأعظم نمو للنباتات على الأرض فى المنطقة الممتدة حول الأرض ، حوالى ١٥٠٠ ميل على كل من جانبى خط الاستواء . ويوجد بنفس المنطقة أماكن جرداء ، وأماكن أخرى درجات حرارتها منخفضة تحت التجمد ، وأماكن أخرى حيث تسقط بها أمطار غزيرة.

ومع أن الجزر البريطانية أبعد جهة الشمال من نيويورك وبوسطن إلا أن المناخ فى انجلترا ألطف من وجوه عديدة من المناخ فى مقاطعات نيوانجلاند . وتتعاقب التغيرات المصاحبة للفصول الأربعة فى معظم أنحاء الولايات المتحدة .

وتتعرض بعض أجزاء الولايات المتحدة لفصول ممطرة وجافة . وفى الحقيقة هناك حالات متعددة للمناخ فى أنحاء العالم .

العوامل التى تؤثر فى المناخ

والآن ما هى العوامل التى تؤثر فى مناخ منطقة ؟ إذا عرفت الإجابة على هذا السؤال ستفهم لماذا يتغير المناخ فى أنحاء الأرض المختلفة . والعاملان المهمان المؤثران على المناخ هما : دوران الأرض حول الشمس ، وميل محور الأرض . وسيدرس هذان العاملان فى فصل ١٦ فى علم الفلك . وسندرس هنا تأثير عوامل أخرى كقرب أجسام مائية ، تيارات محيطية ، الرياح السائدة ، رياح مناخية ، طبيعة الأجسام المحيطة والارتفاع فوق مستوى سطح البحر .

تأثير الأجسام المائية

كيف يؤثر قرب أجسام مائية فى مناخ منطقة ما؟ لقد عرفت فيما تقدم فى هذا الفصل أن البحيرات والمحيطات تؤثر فى اتجاه نسيم البر والبحر نهاراً وليلا . ولمثل هذه الأجسام المائية المحلية تأثير لوقت طويل على المناخ الفصلى فى منطقة .

وتقوم الأجسام المائية بدور خزانات كبيرة للحرارة . ففى أثناء الصيف ، حيث درجات الحرارة العالية ، يسخن الماء فى منطقة ببطء . ويحتاج إلى كمية كبيرة من الحرارة لرفع درجة حرارة الماء فى بحيرة كبيرة أو محيط ، درجة واحدة . وهذا يعنى أن الماء يختزن كمية كبيرة من الحرارة . وبذلك فان البحيرات والخلجان والمحيطات تمتص كميات هائلة من الطاقة الحرارية أثناء الصيف .

وفى الشتاء ، عندما تبدأ درجات الحرارة فى الانخفاض ، تبدأ المناطق المائية فى فقد حرارتها للأجسام المحيطة بها . وكما أن الماء يسخن ببطء أكثر من مساحات الأرض المحيطة به ، فانه يفقد أيضاً حرارته فى الشتاء أبطأ من الأرض . وهذا يحاول تلطيف مناخ المنطقة المجاورة لجسم مائى . وبذلك فان منطقة بها بحيرة تكون غير معرضة للصقيع القاتل فى أوائل الشتاء كما يحدث

فى المناطق غير المجاورة لجسم مائى . وهذا يعنى فصلا زراعياً طويلا فى مناطق البحيرات حيث يكون هناك متسع من الوقت لنضج الفاكهة قبل سقوط الصقيع . ولنفس السبب ، يسبب الارتفاع البطىء فى درجة حرارة الأجسام المائية تأخير إزهار أشجار الفاكهة فى فصل الربيع وبذلك يقلل من ضرر الصقيع المتأخر .

كما أن بعضاً من أحسن المناطق المزروعة فاكهة فى الولايات المتحدة متاخمة لمساحات مائية كبيرة ، فمقاطعة واشنجطن مثلا بها مزارع تفاح وتنمو فى مقاطعتى ميتشجان ونيويورك أنواع كثيرة من الفواكه . كما أن فيسكونسن وأوهيو مناطق تزرع فيها الفواكه .

تأثير تيارات المحيط

تؤثر تيارات المحيط على مناخ المساحات الأرضية ، وبعد انجلترا عن خط الاستواء كبعد لابرادورعنه ، إلا أن مناخ انجلترا ألطف من مناخ نيويورك ويرجع هذا الفرق بين المناخين إلى تيارات المحيط الساخنة التى تهب على شواطىء انجلترا .

يتجه ماء المحيط الساخن فى المناطق الاستوائية نحو القطبين الشمالى والجنوبى. فلولا أن الأرض تدور حول محورها لاتجهت هـذه التيارات بالضبط نحو الشمال والجنوب . ولكن نظراً لدوران الأرض من الغرب إلى الشرق فيميل اتجاه تيارات المحيط فى النصف الشمالى من الكرة الأرضية نحو الشمال الشرقى وكذلك تميل التيارات فى النصف الجنوبى من الكرة الأرضية نحو الجنوب الشرقى والتيارات الأساسية فى المحيط الأطلنطى هى تيار الخليج الدافىء وتيار لابرادور البارد . أما فى المحيط الباسيفيكى فأهم تيار هو تيار اليابان ، كما أن هناك أيضاً تيارات كبيرة فى محيطات الأرض الأخرى .

ويخرج تيار الخليج من خليج المكسيك حاملا مياهه الساخنة نحو الشمال ونحو الشرق عبر المحيط الأطلنطى . ويمر بالجزر البريطانية ثم يستمر إلى أن

يصل إلى شاطىء أوربا الشمالى . ومناخ المناطق التى تمر بها هذه المياه الساخنة ، معتدل .

تأثير هبوب الرياح

الهواء فوق المناطق القطبية على سطح الأرض أبرد وبذلك تكون أكبر كثافة من الهواء الساخن فوق المناطق الاستوائية . ويميل هواء القطب البارد إلى الهبوب نحو المناطق الاستوائية دافعاً الهواء الساخن الأخف إلى أعلى .وبالقرب من الأرض ، تتحرك كتل هائلة من الهواء البارد بعيداً عن القطبين متجهة نحو خط الاستواء وكذلك تتحرك كتل هواء ساخن ، على ارتفاعات أكبر ، من المناطق الاستوائية متجهة نحو القطبين .

لا تتحرك هذه الكتل الهوائية الهائلة مباشرة نحو الشمال والجنوب لأنها تتأثر بدوران الأرض وبسلاسل الجبال ومواضع القارات والأجسام المائية . ويوجد بسبب هذه المؤثرات ، عدة أحزمة من المسماة رياحاً سائدة ، وهذا يعنى أن الرياح فى كل حزام تهب تقريباً بانتظام فى اتجاه واحد . ويبين شكل ٥٣ أهم الأحزمة الرياحية فى العالم .

(شكل ٥٣) أهم أحزمة رياحية فى العالم . يحيد دوران الأرض الرياح فى نصفى الكرة الأرضية الشمالى والجنوبى

ويوجد فى نصفى الكرة الشمالى والجنوبى أحزمة رياحية وفيها تهب الرياح بانتظام من جهة الغرب وتسمى هذه الرياح كما علمت بالرياح السائدة الغربية . وبالقرب من خط الاستواء تهب الرياح فى نصف الكرة الشمالى من الشمال الشرقى وفى نصفها الجنوبى تهب من الجنوب الشرقى . وتعرف هذه الرياح باسم الرياح التجارية . وقريب جداً من خط الاستواء توجد حلقة حول الأرض حيث لا تهب فيها الرياح بانتظام وتسمى حلقة الهدوء المحورية هذه بالـ « دودرم » وتوجد بين منطقتى الرياح الغربية والرياح التجارية فى كلا

نصفى الكرة الأرضية منطقة هادئة تسمى عروض الجياد (وسميت قديماً هكذا لأن السفن كانت تتخلص من الجياد التى تحملها إلى أمريكا وجزر الهند الغربية عند هذه المنطقة) .

وتؤثر الرياح السائدة على المناخ بطرق عديدة . ويعزى اعتدال مناخ الشاطىء الغربى لأمريكا الشمالية إلى هبوب الرياح الساخنة عليه . أما الرياح الغربية فتقذف بالماء من تيار الخليج الساخن إلى الموانى والخلجان على شاطىء أوربا الغربى وبذلك تحفظ معظمها من تجمد مياهها شتاء .

تأثير الارتفاع

ربما يتأثر مناخ منطقة معينة بارتفاعها فوق سطح البحر . فمع أن دينيفر وكولورادو وكولومبس وأهيو تقع تقريباً على خط عرض واحد ، ولا تقع أى من هذه المدن بالقرب من مساحة مائية كبيرة،كما تقع كلها فى مهب الرياح الغربية إلا أن مناخها مختلف جداً . فالمنطقة الجبلية حول دينفر مكان محبوب لطيف المناخ يتردد عليه صيفاً ، بينما طقس الأراضى المنخفضة القريبة من كولومبس حار صيفاً . وبذلك فالفرق بين المناخ فى دينفر وكرلومبس يرجع إلى اختلاف ارتفاع المدينتين .

المناخ يؤثر على النبات والحيوان

فى البلاد الصحراوية ، حيث بخار الماء قليل، نجد أن النباتات الصحراوية لها أوراق صغيرة جداً لكى لا تفقد ماء كثيراً فى عملية النتح . بينما نجد فى المناطق الاستوائية ، من جهة أخرى ، أن للنباتات أوراقاً كثيرة وكبيرة وذلك لأن المناخ مناسب ويساعد على نموها . وتأثير المناخ على المحصول النباتى والحيوانى لمنطقة ما يظهر بوضوح فى المساحات المختلفة المناخ بالولايات المتحدة . وتقوم فى الجنوب زراعة القطن لأنه يحتاج إلى مناخ حار ، كما يزرع القمح بكميات كبيرة فى ايوا وايلينوس ، كما توجد أيضاً مراكز الصناعة . وتنمو أجود أصناف البرسيم والقمح على الأمطار فى القطاعات الشمالية والشرقية للولايات

المتحدة وبذلك توجد في هذه المناطق معامل الألبان التي تغذى جميع البلاد بمنتجاتها . كما عرفت الآن أن المناطق القريبة من الأجسام المائية مناسبة لزراعة الفاكهة .

المناخ والحضارة

تؤثر أحوال المناخ فى تقدم الحضارة . وعموماً تقدمت الحضارات فى المناخات المعتدلة تقدماً كبيراً . ويبلغ نشاط الإنسان مداه حيث التغيرات المتكررة فى درجة الحرارة والضغط الجوى والرطوبة النسبية وإشراق الشمس . أما أحوال المناخ المتطرفة ، كالارتفاع أو الانخفاض الشديد فى درجة الحرارة ، فانها لا تساعد على تقدم الإنسانية . والحرارة الشديدة والرطوبة المرتفعة وكثافة نباتات الأدغال فى المناطق الاستوائية وكذلك برودة المناطق القطبية ، الشمالية والجنوبية ، الشديدة تجعل الحياة صعبة فيهما . ونتيجة هذا أن الحضارة لم تتقدم كثيراً فى هذه المناطق . ومثال لهذا هو حياة الاسكيمو البدائية ، كما يوجد مثال آخر فى الحياة البدائية لبعض القبائل الافريقية .

الطاقة الحرارية وأثرها على الطقس والمناخ

يتأثر الطقس والمناخ الذى نعيش فيه بسبب الطاقة الحرارية التى تصل إلى الأرض من الشمس . وتعكس بعض أجزاء الأرض الحرارة بينما تمتصها أجزاء أخرى . وبذلك تسخن أجزاء الأرض بمقادير متفاوتة . ويسخن الهواء ويبرد ببطء أكثر من المساحات الأرضية ويسخن الجو بدرجات متفاوتة بالإشعاع الحرارى من الأرض . وتسخين الجو غير المنتظم هو الذى يسبب تكون وحركة الكتل الهوائية والرياح .

يمر الماء فى دورة مستمرة فى الطبيعة ، فتحول الطاقة الحرارية التى تصلنا من الشمس ، تحول ماء البحيرات والأنهار والمحيطات إلى بخار بعملية البخر . وفى هذه العملية يمتص بخار الماء كمية كبيرة من الطاقة الحرارية وتبرد الأجزاء المحيطة لها . وتطلق هذه الطاقة الحرارية عندما يتكثف بخار الماء إلى

مطر وسحب وضباب وندى أو جليد ، ومن نتيجة ذلك أن يتحسن مناخ مساحات شاسعة من الأرض .

اختبر معلوماتك

١ ــ ما هو الفرق بين الطقس والمناخ ؟
٢ ــ ما هى مناطق المناخ المختلفة على سطح الكرة الأرضية ؟
٣ ــ اشرح العوامل التى تؤثر فى مناخ منطقة ما .
٤ ــ اشرح لماذا يؤثر القرب من الأجسام المائية الكبيرة على المناخ والصناعة فى منطقة ما .
٥ ــ وضح مع ذكر أمثلة لماذا تؤثر تيارات المحيط فى مناخ منطقة ما .
٦ ــ اشرح سبب هبوب الرياح السائدة وكيف تؤثر على مناخ منطقة .
٧ ــ اشرح كيف يؤثر الارتفاع عن سطح البحر فى مناخ منطقة ما .
٨ ــ اشرح مناطق المناخ المختلفة فى الولايات المتحدة وتأثيرها على الصناعة .
٩ ــ كيف يؤثر المناخ على حياة النبات والحيوان فى منطقة ما .
١٠ــ ما تأثير المناخ على تقدم الحضارة ؟

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الأولى

المعلومات الجوية تعتمد على مئات الرصدات العلمية ، التى تبلغ إلى مصلحة الأرصاد الجوية الأمريكية .

لكثير من أمثال الطقس أساس علمى مع أن بعضها خرافات .

المسألة الثانية

الريح عبارة عن هواء متحرك .

تؤثر حركة الكتل الهوائية القطبية أو الاستوائية على طقسنا .

تسبب الحرارة تمدد الهواء وتقلل كثافته .

تمتص السطوح السوداء الخشنة ، وتعكس الحرارة أحسن من السطوح اللامعة المصقولة . أما السطوح اللامعة المصقولة فهى عاكسات جيدة للحرارة .

يسخن الماء ويبرد ببطء أكثر من المساحات الأرضية .

تسخن المساحات الأرضية والمائية المختلفة على سطح الأرض بكميات متفاوتة .

لا تسخن الكتل الهوائية مباشرة بالحرارة من الشمس ولكن بالحرارة المشعة من المساحات الأرضية والمائية .

بما أن المساحات الأرضية والمائية تسخن بكميات متفاوتة ، فكذلك تسخن الكتل الهوائية فوق سطح الأرض بكميات غير متساوية .

يقاس ضغط الهواء بالبارومتر . والوحدة الشائعة الاستعمال هي ارتفاع عمود الزئبق بالبوصات (أو السنتيمترات) .

تأتي عادة التغيرات الجوية من جهة الغرب لأن أمريكا الشمالية تقع في مهب الرياح الغربية .

يدور الهواء فوق منطقة ضغط منخفض حلزونياً إلى أعلى في عكس اتجاه عقارب الساعة ، أما الهواء فوق منطقة ضغط مرتفع فيدور حلزونياً إلى أسفل في اتجاه عقارب الساعة .

المسألة الثالثة

الرطوبة النسبية هي النسبة بين كمية بخار الماء الموجود فعلا في الهواء إلى الكمية اللازمة لتشبيعه عند نفس درجة الحرارة . ويعبر عنها بنسبة مئوية .

ونقطة الندى هي درجة الحرارة التي عندها تكون كمية بخار الماء الموجودة في الهواء كافية لاشباعه .

وإذا كانت نقطة الندى تعلو درجة تجمد الماء ، فربما يتكثف بخار الماء الذي في الهواء على صورة سحب ، ضباب ، ندى أو مطر . أما إذا كانت نقطة الندى تحت درجة التجمد فربما يتكثف بخار الماء على صورة جليد أو صقيع .

يبرد الهواء إذا تمدد ويسخن إذا ضغط .

وصور السحاب الشائعة هي الزغبي والركامي والطبقي والمزني .

الماء على سطح الأرض دائم التبخر والتكثف .

المسألة الرابعة

تمكننا الخرائط الجوية اليومية من معرفة حالة الطقس فى جميع أنحاء البلاد ولذلك فهى مفيدة لصناعات كثيرة .

تتبع مناطق الضغط المنخفض والضغط المرتفع بعضها البعض عبر البلاد من الغرب إلى الشرق فى طرق معروفة بغاية الدقة .

تسبب عادة مناطق الضغط المنخفض طقساً أسخن عاصفاً وبه كثير من السحب كما تسبب مناطق الضغط المرتفع عادة طقساً صحواً أبرد منعشاً .

المسألة الخامسة

المناخ هو متوسط حالة الطقس فى منطقة . ويتأثر بعوامل منها دوران الأرض حول الشمس وميل محور الأرض والقرب من الأجسام المائية وتيارات المحيط وهبوب الرياح والارتفاع .

أسئلة للمناقشة

١ – اشرح كيف تكون الطاقة الحرارية التى تصل من الشمس هى سبب حركة الكتل الهوائية فوق العالم .

٢ – اذكر الفروق بين منطقة ضغط منخفض ومنطقة ضغط مرتفع .

٣ – اشرح سبب تكون نسيم البر ونسيم البحر .

٤ – اشرح أهمية الأجهزة الجوية فى التنبؤ بحالة الطقس .

٥ – اشرح كيف يتكون الندى والضباب .

٦ – ما هى الأنوع المختلفة للجبهات التى فى خريطة الطقس فى صفحة ١٣٣ ، وما هو أصل كل ؟

٧ – حدد منطقة ضغط منخفض واستنتج حالات الطقس العامة بالقرب من مركزها وذلك باختيار محطة جوية معطاة فى الخريطة وقراءة الرموز .

٨ – كرر السؤال السابق بالنسبة لمنطقة ضغط مرتفع .

٩ – أين توضح خريطة الطقس تكثيفاً من أى نوع ؟

١٠ – ما كانت عليه الأحوال الجوية فى كل من الأماكن الآتية فى اليوم الذى

نشرت فيه خريطة الطقس هذه : مدينة نيويورك ، دينيفر ، نيوأورليانز . سيتل ، فورث ورث ؟

١١- كيف تعلل سقوط أمطار كثيرة ورطوبة المناخ فى المناطق الساحلية غرب جبال روكى مع أن المنطقة التى فى شرقه هوائية وجافة ؟

١٢- لماذا يظهر أن الناس الذين عاشوا فى مناخات معتدلة ، تقدموا أكثر من الناس الذين عاشوا فى مناطق متطرفة المناخ كالذين هم فى المناطق الاستوائية والمتجمدة .

تمرين على حل المسائل

كان طريق أليس من المدرسة وإليها يمر بمكان إلقاء فضلات المدينة وغالباً ما كانت تلاحظ علب الصفيح الصدئة وكانت تسائل نفسها ما سبب صدأ حديدها ؟ وفسر لها أبوها أن الصدأ يتكون عندما يتحد أكسجين الهواء كيموياً مع الحديد .

وفى معمل العلوم فى اليوم التالى ، وضعت أليس بعضاً من برادة الحديد فى مخبار مدرج ثم وضعته مقلوباً فى وعاء به ماء صنبور بحيث كانت فتحة المخبار تنغمر تحت سطح الماء . وبعد انتهاء اليوم الدراسى ، لاحظت أليس أن الماء قد ارتفع فى المخبار وشغل حوالى ثمن الحجم الذى لم يكن مملوءاً بالماء . ولما ناقشت مدرس العلوم فيما لاحظته قال : « لكن الأكسجين حوالى خمس الهواء » .

وبذلك علمت أليس أن حوالى خمس الهواء فى المخبار لا بد قد اتحد بالحديد وأن الماء يجب أن يرتفع إلى خمس ارتفاع المخبار ليحل محل الأكسجين الذى كان بالهواء .

وأجرت أليس فى صباح اليوم التالى تجربة مماثلة . وفى انتهاء اليوم الدراسى ، لاحظت أن الماء قد ارتفع إلى حوالى خمس ارتفاع المخبار .

قررت أليس أن التجربتين لم تعملا بالضبط تحت نفس الظروف .

عين من التعبيرات الآتية ، التعليلات الممكنة لاستنتاج أليس :

١ ـ كانت برادة الحديد فى التجربة الثانية أصغر من البرادة المستخدمة فى التجربة الأولى وبذلك كان السطح المعرض أكبر .

٢ ـ كانت درجة حرارة الغرفة أقل فى اليوم الثانى .

٣ ـ كانت درجة حرارة الحجرة أعلى فى اليوم الثانى .

٤ ـ لم تكن البرادة موزعة بانتظام كما وزعت فى اليوم الثانى .

٥ ـ كان الضغط الجوى أكبر فى اليوم الثانى وهذا يسبب ارتفاع ماء أكثر فى المخبار .

ثم أعادت أليس تجربتها فى اليوم الثالث وتحكمت فى كل العوامل الممكنة عالمة أنها لكى تثبت صحة فرض يجب عليها أن تغير فقط العامل الذى يتراءى لها أنه سيؤدى إلى حل المسألة .

اكتب فى صيغة سؤال ما هى المشكلة التى كانت فى ذهن أليس حين كانت تصمم تجربتها الأولى .

يجب أن تجرى بعض التجارب فى آن واحد بدون تغيير العوامل حتى يمكن تفسير سبب أى اختلاف فى النتائج . وتسمى هذه التجارب بتجارب مقارنة . وهناك عوامل كثيرة كالضوء والرطوبة وضغط الهواء ودرجة الحرارة يجب التحكم فيها بدقة كما فى حالة التجربة الأصلية ، والمقارنة والاختبارية . والتجارب الاختبارية هى تكرار لكل من التجارب الأصلية وتجارب المقارنة للتأكد من الحصول دائماً على نفس النتيجة .

أى الأشياء الآتية تعتقد أن أليس قد عملته فى اليوم الثالث ؟

١ ـ سجلت بدقة ضغط البارومتر .

٢ ـ استخدمت برادة حديد من نفس المصدر الذى أخذت منه برادة الحديد لتجربتيها السابقتين .

٣ ـ استخدمت ماء مقطراً فقط .

٤ ـ لم تسمح لأحد بلمس الجهاز ووضعت لافتة عليها « يمكنك المشاهدة ولكن لا تمس » .

٥ ـ بعد انتهاء الدراسة ، وضع الجهاز فى أشعة الشمس .

٦ ـ سجلت درجة الحرارة بعد انتهاء التجربة .

٧ ـ نكس مخبار فارغ (بدون برادة حديد) فوق الماء بنفس الطريقة التى استخدمت بها الأخرى .

٨ ـ استخدمت ثلاثة مخابير منكسة .

٩ ـ تركت المخابير لمدة يومين بعد إجراء التجربة المتحكم فيها .

اكتب باختصار ما تعتقده أن يكون :

(ا) عامل التجربة .

(ب) عامل المقارنة .

وبعد انتهاء اليوم الأول ، بلغت أليس ملاحظاتها لوالدها الذى اقترح أن تغسل برادة الحديد بالكحول قبل وضعها فى المخبار . اذكر باختصار عما إذا كنت تعمل باقتراحه ، مؤيداً وجهة نظرك بأدلة .

٥
سطح الأرض في تغير مستمر

ربما يسعدك الحظ يوماً ما فتتجول فى الولايات المتحدة ، وعندئذ سوف ترى فى الثلاثة الآلاف من الأميال بين المحيطين الأطلسى والهادى جبالا وتلالا ، ووديانا وأنهاراً ، سهولا مستوية مترامية ، وصحارى وبحيرات . وسوف يبهرك جمال بلادنا من حيث تضاريسها الطبيعية وتنوعها . وربما تقف وتتساءل : هل أرضنا كانت دائماً كما هى اليوم ؟ وكيف صارت إلى ما هى عليه ، وهل هي تتغير أبداً ؟ ويدرس العلماء الذين يسمون « جيولوجيين » الأرض لإيجاد أجوبة على تلك الأسئلة وأمثالها .

وسطح الأرض فى تغير مستمر ، تلك هى إحدى الحقائق العظيمة فى العلم ، وأنت قد تعيش فى مكان تطل منه على تل عال أو جبل يبدو كأنه صامد صامت ، ومع ذلك فان الجيولوجيين يخبروننا بأن الأرض ليست ساكنة ؛ فالجبال تبنى ثم تتآكل أو تتعرى بفعل قوى عظيمة تعمل على الأرض ، كما أن الأنهار والبحيرات قد تكونت ثم ذهبت ، هذا إلى أن شواطىء القارات فى تغير مستمر ، وسوف تتعلم أسباب تلك التغيرات عندما تدرس هذا الفصل .

المسائل التى سوف نعالجها

١ — كم عمر الأرض ؟
٢ — ما هى العوامل التى بسببها تتآكل الأرض ؟
٣ — ما هى القوى التى ترفع أجزاء من الأرض ؟
٤ — كيف تتكون أنواع التربة ؟

المسألة الأولى — كم عمر الأرض ؟

هل خطر فى ذهنك أبداً كم يكون عمر الأرض ؟ يخبرنا العلماء بأنه يبلغ بليونين من السنين على الأقل ، وقد تتساءل كيف تأتى لهم أن يعرفوا

هذا العمر ، ولقد حاول العلماء حساب عمر الأرض بطرق عدة ؛ ذلك أنهم توصلوا حديثاً إلى طريقة يظنون أنها هى التى يعتد بها ، وتعتمد هذه الطريقة فى تحديد عمر الأرض على تفتيت العناصر الصلبة مثل اليورانيوم والراديوم .

واليورانيوم هو أثقل العناصر المعروفة فى الأرض ، والراديوم أخف من اليورانيوم ، كما أن الرصاص أخف من الراديوم . ويتفتت اليورانيوم بطريق الأشعاع ليكوّن الراديوم ، وهذا بدوره يتفتت بالأشعاع أيضاً ليكوّن الرصاص . ولقد قدر العلماء الوقت الذى يحتاج إليه إتمام هاتين العمليتين . وتوجد العناصر الثلاثة معاً فى أقدم الصخور ، ولقد تمكن العلماء من معرفتهم مدى الوقت الذى يستغرقه تحول اليورانيوم إلى رصاص من تقدير عمر الأرض ، وعلى حسب تقديراتهم تقدر أقدم الصخور ببليونين من السنين فى العمر .

تخبرنا الحفريات عن قصة الحياة القديمة

كيف كانت تبدو الأرض منذ ملايين السنين التى مضت ؟ إن لدينا فكرة ما عن مظهر النباتات والحيوانات قديماً من فحصنا للحفريات ، وربما تكون قد رأيت بعض الحفريات . وكلمة حفرية مشتقة من كلمة لاتينية بمعنى يحفر ، فالحفريات هى آثار أو بقايا الحياة القديمة التى يكشف عنها الإنسان فى الأرض ، فهى « قصص فى الحجر » .

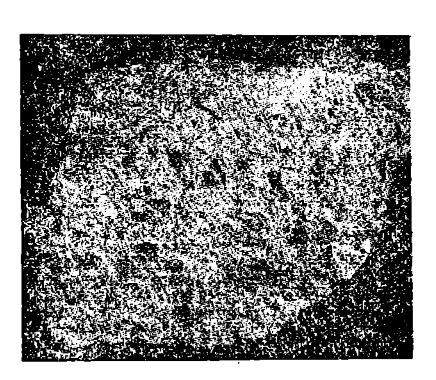
ولقد تكونت الحفريات بعدة طرق ، فنحن نعثر فى الصخور على جزء من حيوان مثل صدفة أو عظمة ، وتبين الصخور الجيرية غالباً آثاراً لأصداف تتكون منها الصخور أساساً ، فاذا ما قدر العلماء عمر الصخور التى توجد فيها الحفريات تمكنوا من تقدير عمر الحفرية .

والحفرية الحيوانية قد تكون حيواناً كاملا مات ثم طمر فى التربة بحيث حفظ جسمه ، ففى سيبيريا حيث يكون الجو دائماً بارداً عثر فيها على حيوانات قديمة مجمدة ، من بينها وأشهرها الماموث الأشعر الذى يشبه الفيل الذى نعرفه اليوم .

هذا إلى أن حيوانات صغيرة ، وبخاصة الحشرات ، قد حفظت بصورة كاملة فى الكهرمان ؛ فقد وقعت هذه الحشرات فى المادة الصمغية اللزجة التى كانت تفرزها تلك الأشجار القديمة ثم طمر بعض هذه المادة الصمغية ومن ثم تجمد وتحول إلى كهرمان .

وبعض الحفريات ما هى إلا أجزاء صلبة من كائنات حية تحجرت ، أى تحولت إلى ما يشبه الصخر ، فاذا ما دفنت عظمة أو جزء من جذع شجرة مثلا فان المادة المعدنية المحيطة بها تحل محلها تدريجياً ، وفى النهاية تتحول المادة المعدنية إلى حجر له نفس شكل العظمة أو جذع الشجرة الذى حلت محله .

والحفرية قد تكون على هيئة « قالب» أوصورة مطبوعة ، فكثيراً ماتركت السراخس القديمة طبعاتها على قطع من الفحم التى ساعدت فى تكوينها كما أن صدفة ذى المصراعين القديم أو القوقع قد تكون ضغطت فى الطين ومن ثم ذابت ببطء فى الماء ولكنها تركت وراءها « قالباً » فى الطين ثم ملىء القالب بالجير أو الطين الذى تجمد فترك صورة للصدفة .



(شكل ٥٤) تخبرنا الحفريات عن قصة الحياة القديمة على الأرض . ويبين هذا الصخر آثاراً من حياة الحيوان القديمة

وقد تكون الحفرية عبارة عن طبع أثر قدم الحيوان فقط ، فقد كانت الحيوانات الضخمة تتجول على شواطىء الغدران فتركت أقدامها طبعات عميقة فى الطين ، ثم تجمدت طبقة الطين فيما بعد إلى حجر وبهذا حفظت آثار طبعات الأقدام .

وتخبرنا الحفريات عن قصة النباتات والحيوانات منذ الزمن الغابر البعيد . ولقد تعلم العلماء من دراساتهم للصخور والحفريات الحقائق التالية :

١ ـ لقد عاشت الكائنات الحية على الأرض منذ بليون سنة على الأقل .

٢ – ظهرت الكائنات الحية البسيطة على الأرض أولا ثم تبعتها أشكال معقدة التركيب فيما بعد .

٣ – اختفى كثير من النباتات والحيوانات التى كانت تعمر الأرض من قديم ، وكلما مضى الوقت اختفت أشكال كثيرة من الكائنات الحية لتحل محلها أشكال أخرى .

تجربة ٤٩

هل توجد حفريات فى الصخور التى تحيط بك ؟

تجول فى المنطقة التى تعيش فيها وفتش عن الحفريات ، وهذه توجد عادة فى الحجر الجيرى والحجر الرملى والطفل . ومحاجر الحجر الجيرى وأحواض الأنهار والطرق المشقوقة فى الجبال. والجبال والوديان أمكنة ممتازة للتفتيش عن الحفريات . افحص أيضاً قطعاً من الفحم الهش .

وإذا كان هناك متحف فى منطقة سكنك فمن المحتمل أن تجد مجموعة حفريات جديرة بالعرض .

الصور الأولى للحياة

لا تحتوى أقدم الصخور على أية حفريات ، وهذا لا يثبت أنه لم تكن تعيش وقتئذ أية كائنات حية عندما تكونت تلك الصخور ، فربما لم تكن لتلك الكائنات الحية فى تلك العصور الغابرة جداً أية أجزاء صلبة أو لم تستطع أن تترك لها آثاراً على الحجر .

ولا يعرف أحد كيف بدأت الحياة على الأرض ، ومن المعتقد أن الحياة ظهرت فى الماء أولا ، ربما فى بحر ضحل ، وأن الكائنات الحية الأولى كانت أقرب إلى النباتات منها إلى الحيوانات ، وأنها كانت ضئيلة رخوة فلم تترك بقايا فى الصخور .

وأنت إذا فحصت قطرة من ماء مستنقع بالميكروسكوب فسوف ترى

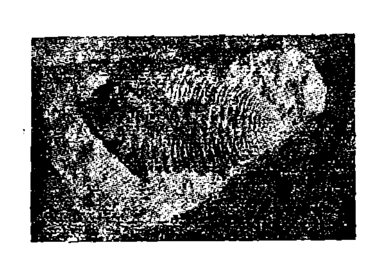
أنواعاً كثيرة من الكائنات الحية يتركب جسم كل منها من خلية واحدة فقط ، وتوجد منها أعداد كثيرة جداً فى عصرنا الحاضر فى الهواء والتربة والماء . وهى تحتاج إلى الهواء والغذاء والماء لتعيش تماماً كما نحتاج نحن لنعيش . وهى من الضآلة بحيث لا ترى إلا بمساعدة الميكروسكوب .

ثم إن كائنات حية جديدة أخرى ظهرت على الأرض فيما بعد ، ففى عالم الحيوان ظهر الأسفنج ، وكانت أنواعه الأولى تشبه الموجودة فى بحارنا اليوم ، كما أن حيوانات صغيرة تسمى بوليبات المرجان كانت تعيش فى المحيطات ، فهياكل أعداد لا حصر لها من تلك المراجين تلتصق مع بعضها لتكوّن الشعاب المرجانية ، وأحد تلك الشعاب يقع بالقرب من استراليا ويبلغ طوله أكثر من ألف ميل ، فهل تستطيع أن تتصور الأعداد الضخمة من الحيوانات المرجانية التى كانت تعيش لتكون الشعاب المرجانية ؟

عصر التريلوبيت

وبمضى الزمن ظهر نوع جديد من الحيوانات ، فكانت البحار تعج بالحيوانات منذ ٥٠٠ مليون سنة ، ولم يكن أى من تلك الحيوانات كبيراً ، وكانت أنواع التريلوبيت وقتئذ هى الحاكمة بأمرها على هذه الدنيا .

والتريلوبيت وأشكاله حيوانات صغيرة ، لم يكن يزيد معظمها على ثلاث بوصات فى الطول ، ولكن وجدت حفريات قليلة لأنواع كبيرة منها بلغت القدمين طولا ، وكان لها رأس حقيقى وجسم وأرجل ، وكانت مقسمة طولياً إلى ثلاث مناطق (تريلوبيت معناه ذو الثلاث القطع) ولم يكن لها عمود فقرى .



(شكل ٥٥) تريلو بيت حفرى . وكانت أنواع التريلوبيت تعيش وتنتشر بكثرة فى البحار منذ ٥٠٠ مليون سنة خلت

والتريلوبيت وأشكاله أقارب قديمة للجمبرى والسرطان . وقد عاشت وتكاثرت . وبعد ٢٠٠ مليون سنة اختفت لتظهر حيوانات أكبر وأقوى

فى البحار وتحل محلها . ونحن نستمد معلوماتنا عن التريلوبيت من الحفريات التى نعثر عليها فى الصخور فقط .

ماهى أول حيوانات اليابسة ؟

لقد كان أول حيوان يعيش على اليابسة واحداً من تلك التى ربما لا تعيرها التفاتاً ، لقد كان عقرباً . ولقد ظهرت العقارب بينما كانت أشكال التريلوبيت ما زالت كثيرة فى البحار . وكانت العقرب تصل فى الطول إلى بوصتين وكانت على وجه العموم تشبه العقارب التى تعيش على الأرض فى عصرنا الحاضر . وكانت تلك العقرب تشبه العنكبوت لها ملقاطان فى مقدمة الجسم وحمة فى المؤخرة ، وكانت آكلة لحم ، وحيث لم تكن هناك حيوانات أخرى تعيش على اليابسة فمن المحتمل أنها كانت تعيش على حواف المياه وتغتذى من التريلوبيت والحيوانات الصغيرة الأخرى التى يدفعها الموج إلى الشاطىء .

ومنذ ٢٥٠ مليون سنة مضت كانت الأرض تعج بأنواع الحيوان ، وفى ذلك الزمن كانت أمريكا الشمالية منخفضة كثيرة المستنقعات وكانت النباتات فيها مزدهرة كثيفة ، وبدأت الحشرات فى الظهور . وكانت الحشرات ترتع بين النباتات ومنها رعاش ضخم وصل طول ما بين أجنحته ثلاثين بوصة ، وبالطبع لا توجد اليوم مثل هذه الحشرات الضخمة ، فالحشرات قد أصبحت صغيرة فأعانها حجمها الصغير على الاختفاء من الطيور والحيوانات السريعة الحركة الأخرى التى تعتبر اليوم أعداء لها .

كما كانت الصراصير العملاقة والعناكب الكبيرة تعيش آنئذ . ولقد وجدت حفريات لأكثر من ٨٠٠ نوع من الصراصير المختلفة فى الصخور التى تكونت فى تلك الحقبة من تاريخ الأرض ، وكان طول بعض الصراصير أربع بوصات ، وكانت آكلة لحوم وربما كانت تغتذى من الحشرات والحيوانات الصغيرة الأخرى .

الحيوانات الأولى من ذوات الفقار

بدأت حياة الحيوان فى الماء ، وفى عصور التريلوبيت لم يكن يعيش أى حيوان فقرى فى أى مكان من الأرض . وكانت الأسماك هى أولى الحيوانات الفقرية ، وقد ظهرت بعد التريلوبيت ، وكانت تختلف فى البداية عن أسماك عصرنا الحاضر ، فكانت الأسماك الأولى صغيرة ، وفى حالات كثيرة كان رأسها والجزء الأمامى من جسمها مغطيين بصفائح عظمية تشبه الدرع ، وكانت الأسماك من الكثرة فى ذلك العصر بمكان حتى إنه يسمى « عصر الأسماك » .

وكانت تعيش فى تلك الحقب بعض الأسماك المربعة الهيئة ، ذات درع ، فالأسماك المعروفة باسم دينيكتس كانت مربعة بشكل خاص . وقد عثر على حفريات من هذا السمك طولها عشرون من الأقدام ، وإذا استثنينا القرش ، فأن هذه الأسماك كانت أضخم الأسماك التى عرفت وأكثرها فتكاً . وقد كان يوجد فى عنقها مفصل يمكن الرأس من الحركة إلى أعلى وأسفل وكان لها فكان محزوزان يستطيعان أن ينضما على بعضهما بسرعة وقوة شديدتين ، وبالرغم من حجمها العظيم وقوتها الهائلة إلا أن تلك الأسماك بادت حيث تغلبت عليها الأسماك التى تعيش اليوم ، فهل تستطيع أن تتصور ماذا كنت تفعل لو أنك قابلت أحد هذه العمالقة من ساكنى البحار ؟

اول حيوانات اليابسة من ذوات الرئتين

الأسماك حيوانات فقرية تعيش فى الماء ، وهى تتنفس بوساطة الخياشيم. وتعتبر خطوة عظيمة لحيوان يعيش فى الماء أن ينتقل إلى اليابسة ، فهو لم يكن يستطيع أن يستعمل خياشيمه ولذلك تكونت فيه أعضاء لاستنشاق الهواء مباشرة . وعلى هذا فان الحيوانات الفقرية التى تعيش على اليابسة لها رئات .

وكانت أولى الحيوانات الفقرية التى تعيش على اليابسة هى البرمائيات ، وللبرمائيات خاشيم كما أن لها رئات . فالضفادع والعلاجم والسمندر برمائيات

وهى تضع بيضها فى الماء . ويخرج من البيض « أبو ذنيبة » ، ولهذه خياشيم وتعيش فى الماء كالأسماك ثم تفقد شبهها بالأسماك تدريجياً ، ذلك أن أرجلا تنمو لها وتختفى منها الخياشيم وتتكون لها الرئتان . وعندما تكتمل البرمائيات نموها تترك الماء إلى اليابسة حيث تعيش عليها وتتنفس الهواء كالحيوانات الأخرى .

وتشبه أقدم البرمائيات السمندر الذى يعيش اليوم أكثر مما تشبه الضفادع والعلاجم ، ولقد وجد منها ١٠٠ نوع مختلفة تقريباً تتراوح فى الطول بين بوصتين وعشر أقدام . وللأنواع الكبيرة رءوس عريضة وأجسام ثقيلة وأرجل ضعيفة فقد كانت بليدة بطيئة متثاقلة ، وكانت تعيش فى المستنقعات أو قريبة منها حيث تكثر موارد الغذاء . وقد اختفت البرمائيات الضخمة منذ أمد بعيد ، أما البرمائيات التى تعيش على الأرض اليوم فهى أكثر ما تكون حيوانات صغيرة الحجم .

الزواحف الأولى

للزواحف أعمدة فقرية أحسن تكويناً من الأسماك والبرمائيات . وهى تتنفس الهواء بوساطة الرئتين ، وإن كانت بعض الزواحف تعيش فى الماء ورءوسها فوقه لتتنفس ، وثمة ٤٠٠٠ نوع من الزواحف تعيش فى العصر الحاضر تشتمل على الثعابين والسحالى والسلاحف والتماسيح والتماسيح الأمريكية.

كيف كانت تبدو الزواحف القديمة ؟ دعنا إذن نرجع إلى الوراء مليوناً من السنين أو أكثر إلى الزمن الذى كانت الزواحف فيه هى أقوى كائنات الدنيا ، فقد كانت آنئذ تجوب الأرض مئات الأنواع الغريبة ، منها أنواع عملاقة تدب على الأرض ، وبعضها كان يعيش متكاسلا فى الماء يترقب باستمرار عله واجد شيئاً يأكله ، كما كانت هناك زواحف ذوات أجنحة (زواحف طيارة) تطير فوق الأرض والبحار فى بحثها عن الغذاء .

ولقد كانت الزواحف العملاقة المسماة بالدينوسور (الزواحف المريعة)

هى التى تسيطر على جميع أنواع الحياة الأخرى ، وقد كانت منها أنواع مختلفة كثيرة ، بعضها يسير على أربع أرجل والآخر على رجلين اثنتين ، وبعضها كان ضخم الجثة بطىء الحركة ، وسوف تعطيك الصور فكرة عن منظر تلك الزواحف العملاقة .

ولقد كانت هناك رتبتان من الدينوسور — آكلة عشب وآكلة لحم . أما آكلة العشب فكانت تأكل النباتات التى كانت تنمو على حوافى المياه ، وكان ينتمى إلى هذه الجماعة حيوان ضخم يسمى برونتوسورس ، ومعنى هذا الاسم « السحلية الرعد » ، وكان برونتوسورس حيواناً عملاقاً طوله ٧٠ قدماً ، وكان بطىء الحركة غريب الخلقة . وكانت أرجله الضخمة ثقيلة كما كان ذيله صعب الالتواء حول الجسم ، وكان رأسه صغيراً فهو لا بد إذن كان حيواناً غبياً . وكان برونتوسورس يعيش فى مناطق المستنقعات ، فكان يمشى ، كما كان جسمه يطفو فى الماء فى نفس الوقت ، وكان يحصل على غذائه بأن يملأ فمه بالماء الممتلىء بالنباتات الخضراء الصغيرة ، وربما كان يأكل أيضاً النباتات الحزازية ونبات ذيل الحصان التى كانت تنمو على الأرض ، ولم يكن يأكل الحشائش لأن الحشائش لم تكن قد ظهرت بعد .

أما الجماعة الأخرى من الدينوسور فكانت ، كما سبق القول ، آكلة لحوم ، ومن أنواع هذه الجماعة تيرانوسورس ركس ، ملك الدينوسور . وكان طوله ٥٠ قدماً تقريباً وكان مفترساً متوحشاً مخرباً ، وكان طول فكيه قدمين ومهيئين بصفوف مرعبة من الأسنان الحادة النافذة . وربما كان هذا الدينوسور أكثر الحيوانات توحشاً ومقدرة على الافتراس التى ظهرت على الأرض .

ولقد أجبر بعض أنواع الدينوسور ، نظراً لضخامتها غير العادية ، أجبر على المعيشة فى مناطق المستنقعات حيث كان الماء يساعدها على حمل ثقلها العظيم ولكثرة الغذاء فيها . ولكن عندما جفت المستنقعات وتحولت إلى سهول مليئة بالحشائش أخذت أنواع الدينوسور تقاسى من تلك الظروف

الجديدة ، وربما لم تكن لها عقول واعية تمكنها من البقاء ، إذ كان وزن مخها حوالى أوقية بالنسبة لجسم وزنه حوالى طن ، فقارن هذا بالنسبة لمخ الإنسان الذى يصل وزنه إلى رطلين بالنسبة لكل مائة رطل من الوزن الكلى للجسم ، وحيث





(شكل ٥٦) إلى اليسار ، تيرانوسورس ركس ، ملك الدينوسور ، آكل لحوم مفترس . وإلى اليمين برنتوسورس ، وهو دينوسور عملاق آكل عشب ، ولا يعرف بالضبط السبب الذى أدى الى اختفاء أنواع الدينوسور وإن كانت توجد نظريات كثيرة تحاول شرحه .

لم توجد حيوانات أخرى أحسن حالا من الدينوسور فان مخاً وزنه أوقية بالنسبة لجسم وزنه طن كان يؤدى غرضه أداء طيباً ، ولكن عندما ظهرت حيوانات أكثر ذكاء فمن المحتمل أن أنواع الدينوسور المتسمة بالغباء لم تستطع أن تنافسها ، وعلى هذا اختفت من وجه الأرض .

كيف كانت تبدو الطيور الأولى ؟

الطيور هى الحيوانات الوحيدة التى لها ريش ، فمن أين أتت ؟ لقد ظهرت الطيور على الأرض بعد الزواحف ، ويعتقد العلماء أن الزواحف ذوات الدم البارد المغطى جسمها بالقشور القرنية تحولت إلى حيوانات ذات ريش . وتبين الحفريات أن الطائر الأول كان فى حجم الغراب ، وكان له ريش كأى طائر حقيقى ولكن كانت له بعض الصفات التى لا توجد فى الطيور الحديثة كالأسنان الحادة فى الفكين والمخالب فى الجناحين .

ولقد بادت الطيور ذوات الأسنان ، وكانت الطيور التالية التى ظهرت بعد هذه الطيور المسننة طيور مائية سباحة شبيهة بأنواع البطريق ، وكذلك طيور راكضة كبيرة شبيهة بالنعام ، ثم ظهرت بعد هذه الطيور السباحة

والراكضة طيور كثيرة تطير ، وآخر ما ظهر من الطيور تلك الطيور المغردة الصغيرة التي تعيش في العصر الحاضر. فهذه الطيور صغيرة خفيفة تعيش على الفواكه والحبوب والحشرات وأثبتت أنها أنجح الطيور قاطبة ، يعرف منها أكثر من ٧٠٠٠ نوع .

آخر جماعة كبيرة من الحيوانات تظهر على الأرض

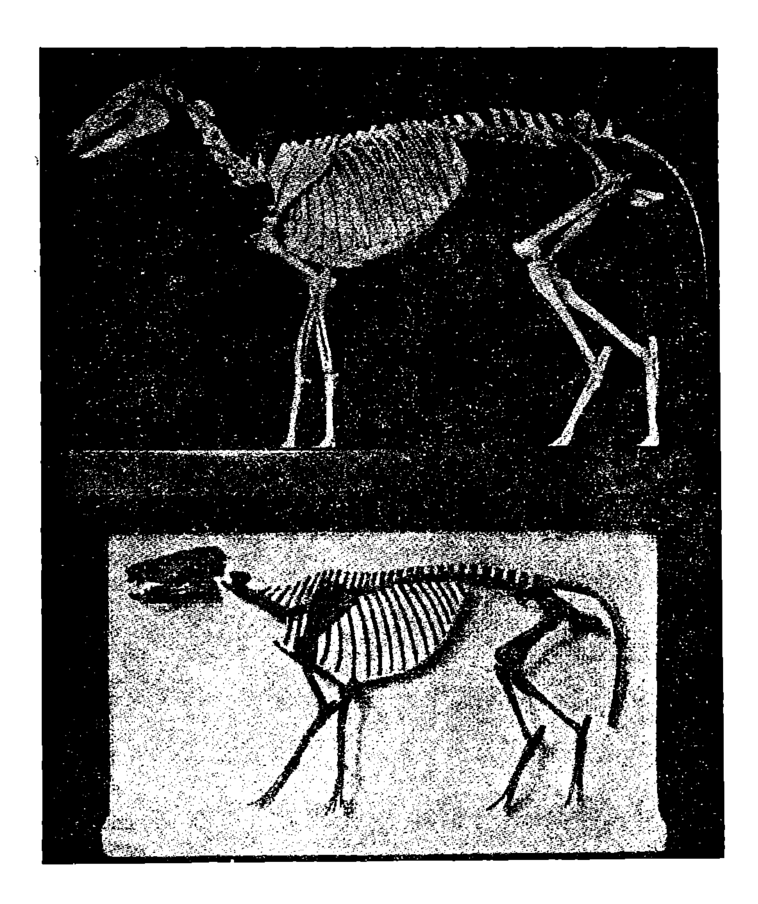
كانت آخر جماعة من الحيوانات تظهر على الأرض هي الثدييات . والثدييات حيوانات أجسامها مكسوة بالشعر ولها غدد ثديية ترضع منهـــا صغارها . والإنسان حيوان ثديي .

والثدييات هي أعلى الحيوانات تكويناً ، وهي التي تسود الأرض الآن ، ولكن الثدييات الأولى كانت في حجم الفأر ، ولقد عاشت في عصر الزواحف ولكنها كانت صغيرة لا شأن لها، وربما كانت الحياة عسيرة آنئذ بالنسبة إليها .

وقد بدأت الثدييات تنشأ وترتقي بسرعة في الوقت الذي كانت أنواع الدينوسور تختفي ، وسبب ذلك غير معروف ، وربما كان الجو ومعين القوت أكثر ملاءمة لها ، حيث بدأت أرقى أنواع النبات في الظهور تغطي سطح الأرض . وقد ظهرت ثدييات متعددة الأنواع ، بعضها كان أكبر من الفيلة التي تعيش الآن بينما كان البعض الآخر صغيراً أو متوسط الحجم . وكانت أمخاخها أكبر وأحسن تكويناً من أمخاخ الزواحف والطيور ، وقد باد كثير من أنواع الثدييات بينما لا يزال يعيش منها الآن الكثير وإن كانت قد تغيرت كثيراً في الحجم والشكل .

نشـأة الحصان

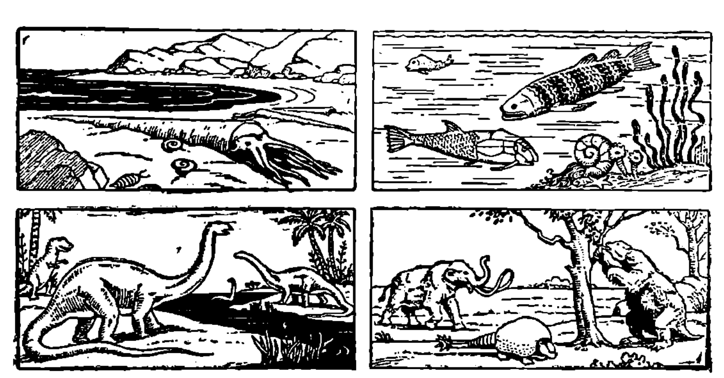
الحصان حيوان ثديي كان يعيش فيما قبل التاريخ ، ولقد عثر العلماء على حفريات للخيل تختلف كثيراً عن الخيل الحديثة . وكان أول حصان ظهر في حجم الثعلب الأرضي ذا رأس قصير وعنق قصير أيضاً ، وكانت له أربع أصابع في كل من القدمين الأماميتين وثلاثاً في كل من الخلفيتين . وكان اسم هذا الحصان ايوهيبس ومعناه « حصان الفجر » .



(شكل ٥٧) الخيول الحفرية وقد بلغ ارتفاع قامة الحصان الصغير واسمه ايوهيبس حوالى اثنتى عشرة بوصة ، بينما كان الحصان الأكبر ميزوهيبس فى حجم الشاة

وكان ايوهيبس يعيش فى غابات أمريكا الشمالية عندما كان جو هذه البلاد دافئاً رطباً وعندما كانت مغطاة بالنباتات الكثيرة . وكانت أرجله مبنية بطريقة تمكنه من بدء الحركة بسرعة لكى يفر من أعدائه .

وبمرور الزمن تغيرت الأحوال فى أمريكا الشمالية : فقد ارتفعت القارة وظهر كثير من الأنهار والبحيرات مكونة البرارى العظيمة الغربية ، كما أن مناطق الغابات أصبحت أصغر مساحة ، وكبرت الخيل وفى النهاية كانت لها



(شكل ٥٨) العصور المختلفة للحياة القديمة على الأرض كما كونت من الحفريات. فالصورة العليا الى اليسار تبين العصر الذى كانت فيه الحيوانات اللافقرية كثيرة . أما العصور الجيولوجية الأخرى المبينة فهى «عصر الأسماك» و«عصر الزواحف» و « عصر الثدييات »

إصبع واحدة فى كل قدم ، أى حافر ، وأصبحت أرجلها أكثر رشاقة وأصبحت لها القدرة على العدو السريع .

ولقد بادت هذه الخيول فى أمريكا الشمالية ولكنها بقيت فى أوربا وآسيا، ثم إن الإسبانيين أدخلوا الخيول إلى هذه القارة مرة أخرى ، ولقد فرّ بعض هذه الخيول وأخذت تجوب البرارى فغدت متوحشة مرة أخرى ، ثم اقتنصت فيما بعد واستأنسها الإنسان من جديد لخدمته .

اختبر معلوماتك

١ — كم عمر الأرض ؟

٢ — كيف يحسب عمر الأرض ؟

٣ — ما هى الحفرية ؟

٤ — بين الطرق المختلفة التى تتكون بها الحفريات .

٥ — بماذا تخبرنا الحفريات عن تاريخ الحياة على الأرض ؟

٦ — أين ظهرت الحياة على الأرض فيما يظن ؟

٧ — كيف كانت أنواع التريلوبيت ؟

٨ — صف الدينوسور ، ما الذى جعل تلك الحيوانات الجبارة تختفى من الأرض ؟

المسألة الثانية ـ ما هى العوامل التى بسببها تتآكل الأرض ؟

سطح الارض فى تغير مستمر ، فالعوامل التى تأكل فى الأرض تعمل باستمرار ، ويسمى التآكل المستمر للأرض من تفتيت الصخور وحمل فتاتها بالتعرية . وأول خطوة فى العملية هى تحويل الصخر الصلب إلى أجزاء صغيرة ، وتسمى هذه العملية بالتحات ، ولندرس أولا العوامل المسئولة عن التحات .

تغير درجة الحرارة قد يؤدى الى تفتيت الصخور

تجربة ٥٠

هل يؤدى التبريد السريع للزجاج والصخر الى كسره ؟

سخن قطعة من زجاج عادى ثم اغمسها فى ماء بارد جداً ، ما الذى حدث؟ حاول نفس العملية مستخدماً قطعة صخر صغيرة بدلا من الزجاج . جرب فى عينات من صخور مختلفة . ما الذى اكتشفته ؟

هلا شاهدت أبداً قدحاً من زجاج بارد يتشقق عندما يصب فيه ماء ساخن جداً ؟ فالزجاج أولا كان بارداً ، وعندما لامس الماء الساخن الزجاج البارد سخن السطح الداخلى للزجاج فبدأ هذا فى التمدد ، وحيث إن الزجاج العادى موصل ردىء جداً للحرارة فان الطبقة الخارجية للزجاج لم تتمدد بنفس النسبة ، ويسبب هذا التمدد غير المتكافىء حملا شديداً على الزجاج ومن ثم يتشقق ، وقد لا يتشقق القدح المصنوع من الحديد أو الألمنيوم تحت هـــذه الظروف لأن المعادن موصلة جيدة للحرارة ، ذلك أن القدح المصنوع من المعدن يتمدد بالحرارة بانتظام .

وتشبه بعض الصخور الزجاج فى كونها موصلة رديئة للحرارة ، فالصخور تسخن أثناء النهار كثيراً ومن ثم تتمدد ، وحيث إن بعض الصخور موصلة رديئة للحرارة فلا يتغير باطنها بالحرارة إلا قليلا جداً إذا تغيرت أبداً . وتسبب الاختلافات فى تقلص وتمدد سطح الصخر وباطنه جهداً قوياً على الصخر ، وكما هى الحال مع الزجاج كثيراً ما يسبب هذا الجهد كسر الصخر أو تشققه .

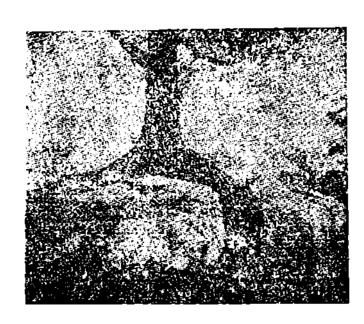
الماء المتجمد يؤثر على الصخور

تجربة ٥١

هل يسبب الماء المتجمد ضغطا عظيما ؟

املأ زجاجة بالماء . سدها بسدادة سداً جيداً وأحكم غلقها بقطعة من خيط « الدوبارة » . ضع الزجاجة فى خليط من الثلج وملح الطعام ، وقد تستعيض بالثلج الجاف عن الثلج والملح . افحص فيما بعد . ما الذى حدث ؟ اشرح ذلك .

ربما تكون قد سمعت أن مواسير المياه تنفجر عندما يتجمد الماء فيها . وحيث يتجمد الماء يتمدد ويكون له ضغط هائل يساوى حوالى ٢٠٠٠ رطل على البوصة المربعة الواحدة . وعندما تمطر السماء أو عندما يذوب الجليد ينساب الماء إلى الشقوق الموجودة بين الصخور ، وهناك يتجمد ويتمدد فيسبب تفتيت الصخور . وكثير من الصخور السائبة الموجودة أسفل جرف عال كان أصلا قطعاً من صخور كانت تقف فى أعلى الجرف ثم تفتتت وخرت إلى أسفل نتيجة ضغط الماء المتجمد .



(شكل ٥٩) صخرة تكسرت بقوة شجرة نامية

النباتات النامية قد تؤثر فى الصخور

تولد جذور الأشجار النامية ضغوطاً عظيمة ، وأحياناً يكون الضغط كبيراً لدرجة أنه يفتت الصخر . وربما تكون قد شاهدت رصيفاً صلباً (من خرسانة) وقد ارتفع أو تكسر بفعل نباتات نامية تحته ، ذلك أن جذور النباتات تفرز أحماضاً ضعيفة تتفاعل كيموياً مع المعادن التى تتركب منها الصخور فتضعفها .

تساعد الحيوانات على تغيير سطح الأرض

تبنى بعض الحيوانات كخنازير الأرض مثلا بيوتاً فى الأرض عبارة عن أنفاق ، فالجوافر وأنواع الخلد والنمل والديدان وغيرها من الحيوانات تعيش فى الأرض وتتجول داخلها ثم تقلب التربة ، وهى إذ تفعل ذلك تنقل من باطن الأرض مواد جديدة ، وهذا مما يسهل عوامل التحات .

والإنسان أيضاً يكسر الصخور ويفتتها ومن ثم يكشف عنها عندما يحفر فى الأرض لشتى أغراضه ، فهو عندما بنى أمريكا أزال غابات كانت يوماً ما تحمى التربة والصخور من عوامل التعرية . وسوف تتعلم فيما بعد كثيراً عن هذا الموضوع عندما تدرس المحافظة على الطبيعة .

المواد الموجودة فى الهواء تضعف الصخور

يؤثر الماء والأكسجين وغاز ثانى أكسيد الكربون الموجودة فى الهواء على بعض الصخور فتغيرها وتضعفها ، ومثل هذا الفعل قد يسبب تفتيت الصخور إلى ذرات « فتيتات » تكون التربة .

عوامل التعرية الأخرى تساعد التحات

إن عوامل التحات تعمل ببطء ، ولكن الصخور فى النهاية تتغطى بالتربة ، ولو لم تكن عوامل التعرية فان التحات قد يقف فى النهاية ، ذلك أن تغطية التربة للصخور يحمى هذه من تأثير مقبل لعوامل التحات ، غير أن عوامل معينة من التعرية تحمل المواد المنحوتة وتعرض الصخور من جديد لعوامل التحات . والآن لندرس عوامل التعرية التى تحمل فتات الصخور من مكان لآخر .

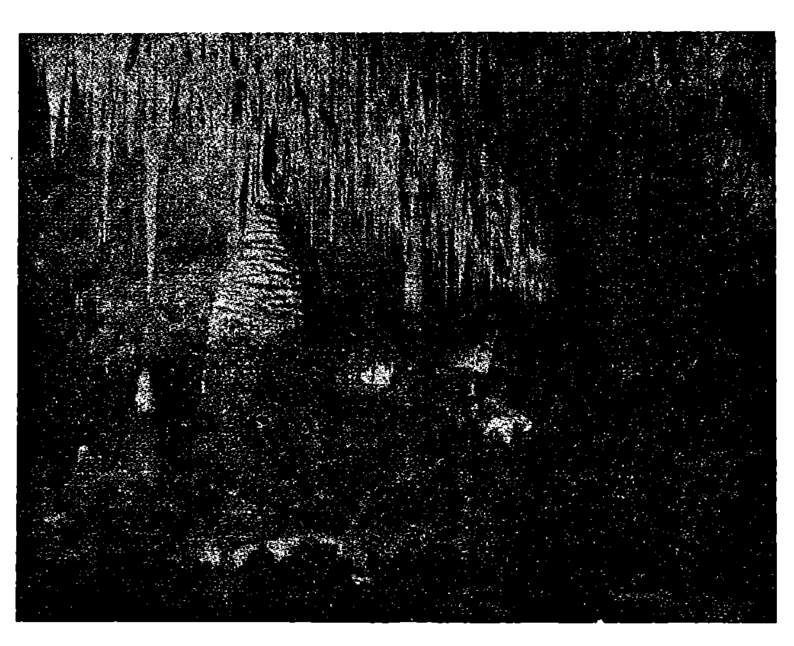
المياه الجارية أحد عوامل التعرية

عندما يسقط المطر أو الجليد على الأرض يتبخر بعض منه بينما يتجمع البعض الآخر فى غدران والباقى يتسرب إلى باطن الأرض ، وهل تعرف أنه توجد أنهار تحت الأرض كما هى فوقها ؟ ربما تكون قد زرت كهفاً أو تأملت

فى صور أو قرأت عن كهف الماموث فى كنتكى أو كهوف كارلسباد فى نيومكسيكو . تلك كهوف فى الحجر الجيرى ، والآن لنر كيف تكونت هذه الكهوف .

فالماء الموجود فى باطن الأرض يذيب كمية من غاز ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الهواء ويتحد الماء مع غاز ثانى أكسيد الكربون ليكونا حامضاً ضعيفاً يسمى حامض الكربونيك . وحيث يجرى الماء المحتوى على حامض الكربونيك على الحجر الجيرى فانه يذيب بعضاً منه . وعملية الذوبان هـــذه بطيئة ، ولكن مع مضى فترات طويلة من الزمن يذوب الحجر حتى يتكون كهف فى النهاية . وبعض كهوف الحجر الجيرى كبيرة جداً وتحتوى على تكوينات بديعة جميلة ، فهناك الستاليكتات (العمد النازلة) الضخمة التى تتدلى من السقف كالخاريط الجليدية ، كما توجد كتل ضخمة تسمى الستالجميتات (العمد الصاعدة) « تنمو » تجاه الستاليكتات من أرضية الكهف .

والستاليكتات والستالجميتات تكوينات من الحجر الجيرى . ويقطر



(شكل ٦٠) العمد النازلة والعمد الصاعدة فى كهوف كارلسباد فى نيومكسيكو

الماء المحمل بالحجر الجيرى المذاب من سقف الكهف فيتبخر بعض الماء تاركاً رواسب من الحجر الجيرى . وحيث تكبر الرواسب ينمو العمود النازل إلى أسفل من السقف ، أما الماء المتبخر من أرضية الكهف فيتسبب عنه نمو العمد الصاعدة إلى أعلى .

تجربة ٥٢

لماذا تصفر الغدران بعد المطر الغزير

بعد أن تمطر السماء غزيراً املأ إبريقاً سعته حوالى « كوارتين » — حوالى لترين — بماء أصفر تجمعه من جدول ماء . دعه يركد لعدة أيام دون أن تقترب منه . من أين أتت الرواسب المتجمعة فى قاع الأبريق ؟

فالماء الجارى قوة عظيمة تغير سطح الأرض باستمرار ، فمياه المطر والجليد الذائب تتجمع لتكوّن الجداول ، ويجرف الماء الجارى التربة وقطعاً صغيرة من الأحجار ، وتعتمد كمية المادة التى تجرفها المياه على القوة التى تجرى بها ، فكلما كان اندفاع الماء سريعاً كثرت المواد التى تجرفها ، وهى قد تستطيع أن تدفع أمامها كتلا كبيرة من الصخر ، ويتسبب تآكل سطح الأرض أساساً من الرمل والحجارة والحصى والغرين المجروفة كلها بقوة الماء ، فهذه المواد تطحن وتكشط وتنحت مجرى النهر وشاطئيه فتعمل كما يفعل المبرد أو قطعة ورق الصقل « الصنفرة » .

وعندما يصل الجدول إلى مستوى واطىء يبطؤ جريان مائه فلا يستطيع أن يحمل معه كل المواد التى أتى بها ، فتتخلف الصخور الكبيرة أولا ، وكلما نقصت سرعة الماء تخلفت قطع الصخر الصغيرة ، أما الغرين فانه يركد على القاع عندما يركد الماء هنيهة .

ما هو فعل الأنهار ؟

لنتأمل فى حوض نهر المسيسبى ، وهو من أكبر أحواض الأنهار فى الدنيا . فهذا النهر يجرى فى آلاف الأميال المربعة ، ويجمع الماء الذى

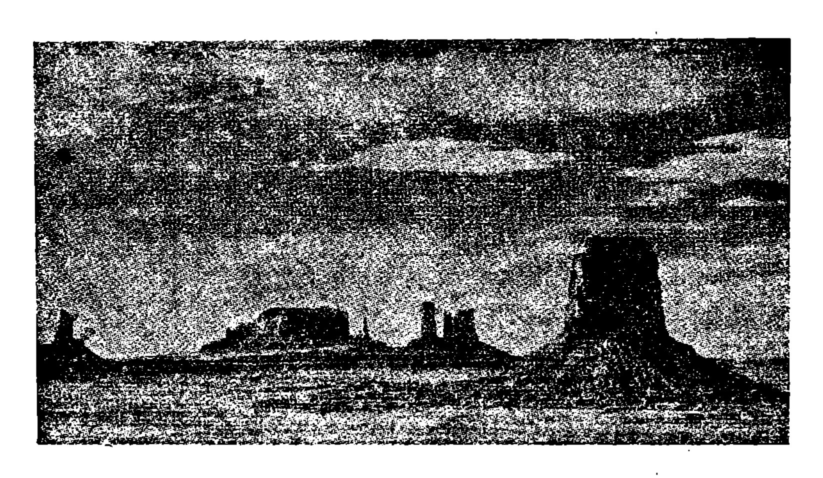
يصب فى نهر المسيسبى الغرين كلما جرى هذا فى مجراه ، ويحمل الغرين تجاه خليج المكسيك . وفى الفترات التى يكون فيها سقوط الأمطار غزيراً أو عندما تذرب الثلوج بسرعة تفيض الأنهار بمياهها على شاطئيها ، ويتحرك التيار بسرعة كبيرة حاملا معه كميات كبيرة من التربة .

وأنت تستطيع أن تدرك أن كميات هائلة من الأرض الطيبة قد جرفت خلال العصور بفعل هذا النهر ، فماذا يكون مصير تلك المواد ؟ فعندما ينتهى الفيضان يترسب بعض الغرين على طول الشاطئين ، أما الباقى فانه يدفع إلى مصب النهر حيث يجرف إلى خليج المكسيك . وعند المكان الذى يصب النهر فيه يبطؤ التيار جداً فترسب المواد التى حملها النهر معه ، وتكون هذه المواد الدلتا . ويعتقد أن نهر المسيسبى وحده يحمل فى عام واحد من المواد أكثر مما تستطيع حمله جميع عربات النقل فى الولايات المتحدة .

الريح عامل من عوامل التعرية

هل لحظت أبداً كيف أن فتيتات الثرى والرمل ترتفع من سطح الأرض فى الأيام الجافة التى تهب فيها الرياح وكيف أن هذه الذرات « الفتيتات » تحملها تيارات الهواء السريعة ؟ ويزيد وجود هذه الفتيتات الصلبة من قوة تآكل الهواء . وفى المناطق الجافة حيث تكون حياة النبات نادرة تلعب الريح دوراً هاماً فى التعرية والتآكل ، بينما فى المناطق ذات الجو الرطب تكون الأرض محمية عادة بكساء من أوراق النباتات وسيقانها وجذورها .

وربما تكون قد سمعت أو قرأت عن العواصف الترابية التى هبت على الولايات المتحدة عام ١٩٣٤ ، إذ تكونت سحب عظيمة من التراب فى بعض الولايات الغربية الوسطى ثم هبت عبر البلاد حتى وصلت إلى شاطىء الأطلنطى وبذلك اكتسحت ملايين الأطنان من مزارع الغرب المتوسط حيث حملت، عبر البلاد ، كى ترسب فى مزارع الولايات الشرقية . والذى حدث هو أن الفلاحين حرثوا الأرض التى كانت تحميها جذور النباتات ، ثم زرعوا المحصولات فى الأرض المعراة ، ثم أتت فترة قاسية من الجفاف ، فلم تكن



(شكل ٦١) تتآكل الصخور بفعل الرياح والمياه . إلحظ أن أكوام الصخور قد تراكمت عند بطون الجبال المتآكلة

هناك درجة رطوبة كافية ولا نباتات فى التربة لتتماسك بها التربة . وقد مزقت الرياح التربة ففتتها ومن ثم جرفتها ، وعلى هذا تستطيع أن تدرك إذا كانت طرق الزراعة المستعملة فى المناطق ذات منسوب المطر المنخفض غير صحيحة فان الأراضى الزراعية قد تصبح فلوات جرداء .

الثلاجات تؤثر على سطح الأرض

هل تعرف ما هى الثلاجة وكيف تتكون الثلاجات ؟ تتكون الثلاجات من الثلج ، فاذا ما تساقط الثلج من السماء حيث نعيش فان الثلج سرعان ما يذوب عندما يدفأ الطقس ، ولكن فى بعض مناطق الأرض يتساقط من الثلج أكثر مما يذوب ، ومن ثم يتراكم الثلج فى تلك المناطق ببطء ، وحيث تزداد كتل الثلج غلظاً فان طبقات الثلج تتحول إلى جليد يتجمد ومن ثم يكون ما يعرف بالثلاجة ، والثلاجات ما هى إلا أنهار من الجليد تتحرك ببطء من الجبال إلى الوديان .

ولا توجد الثلاجات فى عصرنا الحاضر إلا فى المناطق القطبية الشديدة البرودة ، وفوق الجبال فقط ، كما هى الحال على جبال الألب فى أوروبا

وجبال روكى فى أمريكا الشمالية ومنذ آلاف من السنين تحركت جبال من الجليد خلال أربعة عصور مختلفة على الأقل من المناطق القطبية الشمالية إلى الجنوب ، ولقد غطت تلك الثلاجات مناطق واسعة من الأرض هى ما تعرف اليوم باسم كندا وجزء كبير من الولايات المتحدة موغل جنوباً حتى نهرى « أوهيو » و « ميسورى » . وعندما ذابت تلك الثلاجات تخلفت عنها المواد التى كانت تحملها ، ولقد تكون جزء كبير من التربة الخصبة فى الجزء الشمالى للولايات المتحدة عن طريق الثلاجات ، كما أن آلافاً من البحيرات الصغيرة الموجودة فى الولايات الشمالية والبحيرات العظيمة فى الولايات المتحدة قد تكونت هى الأخرى عن طريق الثلاجات .

ولقد تعجب كيف يتأتى لنا أن نعرف إذا ما كانت تربة ما قد تكونت بفعل نهر أو ثلاجة ، والواقع أن رواسب الثلاجة غير مرتبة ، فمنها الجلاميد والحجارة والحصى والرمل والطفل كلها مختلطة ببعضها ، بينما رواسب النهر مرتبة ، هذا إلى أن الحجارة والحصى التى تخلفها الثلاجات لا تكون عادة مستديرة ملساء كتلك التى ترسبها الأنهار والجداول ، كما أن الثلاجات غالباً ما تترك صخوراً مخدوشة بفعل الحصى والرمال التى كان الجليد يمسك بها بقوة.

تجربة ٥٣

هل تستطيع الحصول على بينات على فعل الثلاجات ؟

إذا كنت تقطن بمنطقة مرت من فوقها ثلاجة ، فقم بجولة فيها لتلحظ أية أدلة عن دور الثلاجات فى التآكل . افحص رواسب من التربة ، هل تجدها مرتبة أو غير مرتبة ؟ ثم افحص صخوراً معراة بحثاً عن خدوش تركتها الثلاجات عليها واكتب تقريراً بمشاهداتك .

المد والجزر والأمواج والتيارات البحرية تؤثر على الأرض

المحيطات ثائرة لا تهدأ أبداً ، فعواصف البحر تدفع الموج إلى الشاطى بقوة عظيمـــة، كما أن المد والجزر والتيارات البحرية القريبة من الشاطىء

تضرب فى الشاطىء ، وعندئذ تضعف الصخور بفعل المياه الملحة ، إذ تتكسر منها قطع تسقط إلى البحر ويلطم الموج بها بقوة وجه الشاطىء الصخرى ، وتتآكل قطع الصخر فتكون حصى ، والحصى بدوره يتفتت ليكون رملا ، وتتألب كل هذه القوى معاً فتطحن الشاطىء الصخرى ببطء ولكن فى قوة ، وتدفع كل هذا الحطام إلى البحر .

اختبر معلوماتك

١ — يؤثر تغير درجة الحرارة فى الصخور. اشرح هذا .
٢ — لماذا يسبب الماء المتجمد شقوقاً فى الصخور ؟
٣ — كيف تعمل الحيوانات والنباتات فى تغيير سطح الأرض ؟
٤ — هل من الممكن اعتبار الإنسان عاملا من عوامل التآكل والتعرية ؟
٥ — كيف تتكون الكهوف فى الأرض ؟ ما هى الستالكتات (العمد النازلة) وما هى الستالجميتات (العمد الصاعدة) ؟
٦ — صف حوض نهر المسيسبى كعامل من عوامل التآكل والتعرية .
٧ — كيف يتأتى لك أن تبين ما إذا كانت تربة ما فى منطقة ما قد تكونت بفعل ثلاجة ؟
٨ — كيف تكون الرياح والأمواج والمد والجزر عوامل تآكل وتعرية ؟

المسألة الثالثة - ما هى القوى التى ترفع أجزاء من الأرض ؟

لم ير أكثرنا من سطح الأرض إلا جزءاً صغيراً ، وجدير بنا أن نكون فكرة عن الأرض من مظهر هذا الجزء القريب من دورنا ، فنحن إذا كنا نسكن فى سهل قد يتبادر إلى أذهاننا أن تلك المنطقة كانت مسطحة دائماً أبداً ، وبالمثل إذا كنا نقطن بمنطقة جبلية فقد نفكر أن الجبال القائمة بها كانت كما هى منذ الأزل . ولكن الإنسان لا يعمّر طويلا كى يشاهد التغيرات العظيمة التى تحدث فى الأرض على الدوام .

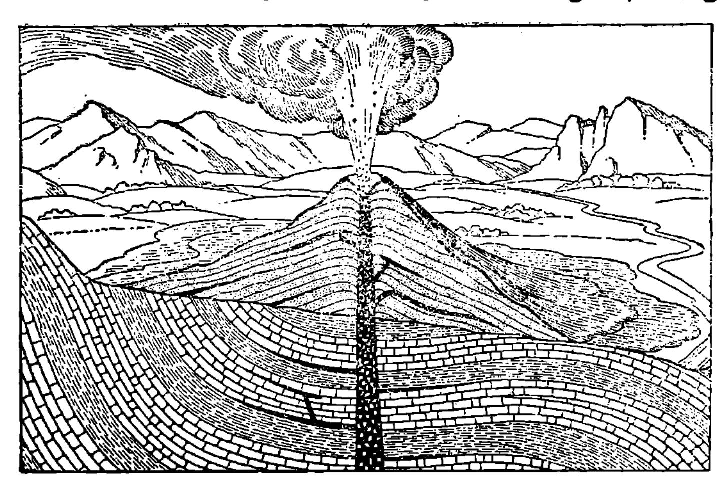
ولقد تعلمت فى المسألة السابقة أن هناك قوى تعمل باستمرار فى نحت

الأجزاء العالية من الأرض ، فاذا ما ظلت تلك القوى تعمل دون عائق يعوقها عن عملها انخفضت القارات جميعها مع مضى الزمن إلى مستوى البحر ، غير أن هناك مجموعة أخرى من القوى تعمل من باطن الأرض ببطء ، فترفع كتلا إلى سطحها ، فمنظر الأرض كما نراه فى العصر الحاضر إنما هو نتيجة لعمل تلك المجموعتين من القوى العظيمة .

كيف تؤثر البراكين على الأرض ؟

تنشق بعض الجبال من حين لآخر فينبعث منها الرماد والتراب والغازات والحمم ، وتسمى هذه الجبال بالبراكين ، ويوجد منها فى العصر الحاضر حوالى ٣٠٠ بركان نشيط ، ولكن كانت البراكين النشيطة فى العصور الخالية أكثر من ذلك عدداً ، فقد دكت مدائن كاملة ومن ثم انطمرت بفعل البراكين ، ففى عام ٧٩ انشق جبل فيزوف بالقرب من نابولى فى إيطاليا فغطى مدينتى بومبى وهركيولانيوم ، ولقد أعيد اكتشاف مدينة بومبى عام ١٧٤٨ ، ومنذ ذلك الحين يزال عنها الرماد المتراكم بالحفر فى عناية كاملة .

وما هو البركان ؟ لقد ظن فى وقت ما أن الجزء الأكبر من جوف الأرض يتركب من كتلة منصهرة تغطيها القشرة الأرضية ، وأن البراكين



(شكل ٦٢) شكل تخطيطى لمقطع يبين تركيب البركان ، وقد تكون المخروط المحيط بالبركان من تراكم طبقات من الحمم نتيجة للانشقاقات السابقة

كانت « صمامات الأمن » بالنسبة لهذا الجوف المليء بالسائل الساخن ، ولكن دلت البحوث الأخيرة على أن جوف الأرض صاب جامد فى صلابة الصلب ، وعلى ذلك لا بد من تفسير آخر للبراكين ، والاعتقاد السائد الآن هو أن هناك جيوباً من مواد منصهرة تكونت فى أماكن مختلفة فى جوف الأرض ، من المحتمل أنها لا تبعد عن سطح الأرض بأميال كثيرة ، أما كيف تكونت هذه الجيوب من الحمم فأمر غير معروف على وجه التحديد .

والبراكين فى العصر الحاضر عموماً تبنى مخروطات تظهر واضحة على سطح الأرض ، ولم تبن براكين عديدة فى الماضى مثل تلك المخروطات ، فالأحرى أن حممها المنصهرة قد اندفعت خلال شقوق فى الأرض ، وقد كون فيض من الحمم سهولا منبسطة تمتد آلافاً من الأميال المربعة ، وعلى هذا ساعدت البراكين بإلقائها للصخور المنصهرة من باطن الأرض إلى سطحها فى جعل الأرض تبقى عالية فوق مستوى البحر .

كيف تتكون الجبال ؟

إن تكوين الجبال هو إحدى الطرق التى يتغير بها سطح الأرض ، ولقد رأينا كيف أن جبالا عديدة جداً قد تكونت نتيجة لفعل البراكين ، كما أن هضاباً عديدة قد تكونت من سيل الحمم ، فبعض جبالنا ما هو إلا مخاريط لبراكين قديمة ، ولكن ليست كل الجبال قد تكونت على هذه الصورة من فعل البراكين .

فقد تكونت أيضاً تلال وجبال نتيجة تحركات صخور هى جزء من القشرة الأرضية ، ذلك أن القشرة الأرضية تنحرف وتلتوى ونتيجة ذلك أن بعض مناطق الأرض تعلو ببطء فتظهر طيات شاهقة أو تضاريس تكون التلال والجبال ، والواقع أن صخور بعض التلال والجبال التى تصاعد فى السماء آلافاً من الأقدام فوق سطح الأرض قد تكونت على هيئة طين طرى فوق قاع المحيطات .

ولكن ما الذى يسبب دفع الصخور فوق سطح الأرض ؟ الواقع أن العلماء وإن كانوا قد كشفوا عن حقائق كثيرة تثبت أن سطح الأرض قد ارتفع فى مناطق كثيرة فوق اليابسة أخف وزناً من الصخور الموجودة فى قاع المحيطات ، وثمة تفسير معقول لتلك التحركات ، فلو أن المواد الثقيلة الموجودة تحت البحر غاصت إلى أسفل تجاه مركز الأرض فانها تدفع بالمواد الخفيفة التى تتكون منها القارات إلى أعلى ، وبهذا ترتفع اليابسة وتعلو بينما تزداد المحيطات عمقاً . والواقع أن وجود بعض سلاسل الجبال مثل « روكى » و « أبالاجنى » فى أمريكا الشمالية بالقرب من السواحل يميل بنا إلى تأييد هذا الرأى .

ما الذى يسبب الزلازل ؟

يحدث بعض الزلازل نتيجة لنشاط البراكين ، بينما يحدث البعض الآخر نتيجة تغير فى وضع الصخور ، فقد يصحب تحركات الأرض انزلاق مفاجىء فى الصخور ، وعندئذ تنبعث ذبذبات فى الأرض تنتقل فيها إلى مسافات ، وتعرف هذه الذبذبات بالزلازل ، وقد تسبب اهتزازات ضعيفة فى الأرض ولكنها تكون فى بعض الأحيان عنيفة جداً ، وعندما تزلزل الأرض تهتز المبانى العالية وتنهار المنازل وتنفجر مواسير المياه والغاز كما أن خطوط المواصلات تتحطم فتتهدم مدينة بأسرها فى دقائق قليلة ، كما حدث عندما حطم واحد من الزلازل البالغة العنف التى ظهرت فى الولايات المتحدة جزءاً كبيراً من مدينة سان فرنسيسكو عام ١٩٠٦ .

ويحدث عدد من الزلازل كل عام ، بعضها ضعيف جداً والبعض الآخر مخرب جداً . وتدرس الزلازل وتعرف مراكزها بوساطة جهاز حساس جداً يسمى السيسموجراف . ويتركب السيسموجراف من خطار (بندول) (أى ثقل يتدلى من سلك) فى نهايته مؤشر ساكن لا حراك فيه ، ولكن عندما تهتز الأرض يهتز البندول معها ، وفى أثناء هذه الهزات أو الخلجات يحرك البندول ذراعاً تترك علامات صغيرة على ورقة صغيرة مغطاة بالصناج (الهباب) ،

وتوضع الورقة السوداء على قرص يدور أوتوماتيكياً تحركه ساعة ، ويستطيع العلماء بتفسير تلك العلامات المتركة على الورقة السوداء أن يحسبوا شدة هزات الأرض وكم من الوقت استغرقت .

وكثير من الزلازل ضعيف فلا يلاحظ ، ولكن البعض الآخر مروع ، وينبغي للناس الذين يعيشون فى مناطق تكثر بها الزلازل أن يهيئوا لأنفسهم مبانى ومساكن واقية من الزلازل .

تجربة ٥٤

هل لا يزال نشاط الزلازل والبراكين قائما حتى اليوم فى الأرض ؟

يستطيع كل طالب فى فصلك أن يجمع المقالات والصور الفوتوغرافية من الصحف والمجلات عن ثورات البراكين والزلازل . ضع هذه المقالات والصور فى « ألبوم » أو علقها فى مجلة الحائط العلمية .

اختبر معلوماتك

١ – كيف تبنى البراكين الجبال ؟

٢ – كيف أمكن للجبال الشاهقة مثل جبال روكى أن تتكون ؟

٣ – ما هو الزلزال ؟ ما الذى يسبب الزلازل ؟

٤ – ما هو السيسموجراف ؟

المسألة الرابعة – كيف تتكون أنواع التربة ؟

لقد عرفت كيف أن عوامل التآكل والتعرية تفتت الصخر إلى ذرات « فتيتات » وكيف تنقل عوامل أخرى تلك المواد من مكان لآخر ، وعملية التآكل والتعرية هامة جداً بالنسبة للجنس البشرى لأنها هى المسئولة عن تكوين التربة .

وتسمى المادة المفتتة التى تغطى الصخور بالكساء الصخرى ، ويسمى أى من هذه الأكسية الصخرية الذى ينمو فيه النبات بالتربة ، وقد تكونت

بعض أنواع التّربة نتيجة عملية التحات فى طبقات الصخور التى ترتكز عليها الآن . وتسمى هذه بالتّربة المتخلفة ، ولكن فى أكثر الأحيان تأتى التّربة وتتراكم من المكان الذى تكونت فيه إلى مكانها الجديد ، وتسمى هذه التّربة بالتّربة المنقولة .

قيمة التربة

ما هى أثمن مادة وأنفعها على الأرض ؟ ربما تظن أنها الذهب أو الفضة أو أى جوهر آخر يستخرج بكثرة من المناجم ، وهذه المعادن لا شك مفيدة للغاية وقد نخسر كثيراً لو أنها غابت عنا ، غير أن ثروتنا العظيمة هى فى التّربة ، ذلك أن الكائنات الحية تعتمد على التّربة لتحيا ، فتحصل النباتات على الماء والأملاح من التّربة مباشرة ، كما أن الإنسان والحيوانات الأخرى تعيش على النباتات ، فالأطعمة التى نغذى بها أجسامنا تأتى أصلا من التّربة .

ومنذ آلاف السنين كانت الزراعة إحدى حرف الإنسان الأساسية ، واليوم يزداد تعداد البشر قدماً وبكثرة ، فنحن نحتاج أكثر من أى وقت مضى إلى إنتاج مزارعنا ، فنحن لا نحصل على المواد الغذائية من الزراعة فحسب وإنما أيضاً على مواد نصنع منها كساءنا ونركب منها دواء ونبنى بها بيوتاً ، وأشياء أخرى كثيرة نافعة تأتى من التّربة أيضاً .

تكوين التربة

لقد تعلمت كيف أن قوى الطبيعة تفتت الصخر إلى قطع صغيرة ، وكيف أن الغدران والثلاجات والرياح تلتقط هذه الفتيتات وتحملها إلى مناطق أخرى فتساعد كل هذه العوامل على تكوين التّربة .

وبعد فما هى التّربة ؟ لو أنك فحصت تربة ما بعناية لوجدت أنها ليست « مجرد قاذورات » فمعظم التّربة مادة معدنية على هيئة فتيتات من الصخر ، وقد نشأت هذه الفتيتات من الصخور الكبيرة إذ برتها هذه القوى الطبيعية المختلفة . وتتكون أكثر التّرب صلاحية للمحصولات الزراعية ومحصولات

الحدائق عادة من مخلوط من الرمل والصلصال والدبال ، ويسمى الخليط المتكون من مقادير متساوية تقريباً من الرمل والصلصال بالتربة الصفراء ، وتسمى التربة التي تحتوى على صلصال أكثر من الرمل بالتربة الصفراء الطينية أما تلك التي تحتوى على رمل أكثر من الصلصال فتسمى بالتربة الصفراء الرملية ، ولقد أتى الرمل والصلصال فى تربتنا من تفتت الصخور .

ويتركب الدبال من أجساد الحيوانات والنباتات التى تم تحللها والتى فى دور التحلل بعد موتها كأوراق النباتات والمخصبات الحيوانية ، وهى تكسب التربة لوناً أسود . ويجعل الدبال التربة إسفنجية فتزداد قدرتها على امتصاص الماء والاحتفاظ به ، ذلك الماء الذى تحتاج إليه النباتات ، كما أن بها مقادير وفيرة من الأزوت والبوتاسيوم والفسفور التى يحتاج إليها النبات فى نموه .

اشياء أخرى فى التربة الخصبة

تحتوى التربة على الماء والهواء . وتستعمل النباتات الماء فى صنع غذائها كما أنه مطلوب لإذابة الأملاح التى تحتاج إليها لنموها ، وتمتلىء الفجوات بين حبيبات التربة بالهواء كما أن بعض الهواء مذاب فى ماء التربة . وتحتاج النباتات إلى الهواء من أجل الأكسجين الذى يحتويه ، فلا قبل لجذورها على النمو دون أكسجين . كما أن الأكسجين ضرورة للكائنات الأخرى الحية الموجودة فى التربة .

وتأوى التربة كثيراً من الكائنات الحية ، فحفنة من التربة قد تحتوى على ملايين الكائنات الحية المجهرية المسماة بالبكتيريا ، وكثير من البكتيريا مفيد للنباتات الراقية التى تنمو فى التربة . وبالإضافة إلى البكتيريا توجد بالتربة أنواع كثيرة من الفطر والطحالب (وهى نباتات خضراء صغيرة) وأنواع مختلفة من الحيوانات . ويجعل كثير من هذه الكائنات الحية التربة مسامية ، وبهذا تزيدها نفعاً بالنسبة لنمو النبات ، كما أنها تساعد على تغيير الحبيبات من الأملاح والدبال بأن تجعلها قابلة للذوبان فى الماء .

تجربة ٥٥

ما هو نوع التربة فى المنطقة التى تعيش فيها ؟

اجمع عينة من التربة من حديقة أو مزرعة قريبة منك . ضع كمية صغيرة منها على ورقة بيضاء وافحصها بعدسة مكبرة . ابحث فيها عن دقيقات من الرمل والصلصال والدبال . وتارة تكون دقيقات الطين من الضآلة بحيث تحتاج إلى الشيئية الكبيرة فى المجهر لرؤيتها ، هل تستطيع أن تحدد نوع عينة التربة التى تفحصها ، هل هى تربة صفراء أو تربة صفراء رملية أو تربة صفراء طينية ؟

عقاقير عجيبة من التربة

كثير من النباتات الدقيقة التى تعيش فى التربة تستطيع أن تكون مواد تقتل جراثيم المرض ، فاذا أخذت بين إصبعيك بعض التربة من حقل خصب فقد لا ترى شيئاً غير عادى ، ولكن هذا المقدار الضئيل من التربة الذى أمسكت به بين إصبعيك يحتوى على كائنات حية ربما تفوق البشر أجمعين من حيث العدد .

وعندما يبحث المختصون بتحضير العقاقير عن عقاقير جديدة فأنهم يضعون كمية صغيرة من التربة فى أنبوبة اختبار ويضيفون إليها بعض الماء المقطر ويقلبون المخلوط ، ثم إنهم يضعون جزءاً من المخلوط فى طبق بترى (وهو طبق خاص يستخدم خصيصاً لزراعة مستعمرات الفطر والبكتيريا) . وعندما يتم نمو الفطر والبكتيريا فأنهم يختبرونها للكشف عن النواتج الكيموية التى تقتل الكائنات الحية الأخرى الضارة أو توقف نموها ، وإن البحث عن العقاقير بهذه الوسيلة كالبحث عن إبرة فى شونة ، ولكن هذه الطريقة عينها هى التى ساعدت على الكشف عن العقاقير السحرية من أمثلة البنسلين والأوريوميسين والاستربتوميسين التى تقتل جراثيم بعض الأمراض التى تصيب الإنسان .

الطاقة وسطح الأرض المتغير

إن سطح الأرض فى تغير مستمر ، فلقد رأيت كيف أن مجموعة من القوى تأكل وتبرى بعض الأمكنة المرتفعة بينما تملأ مجموعة أخرى من القوى

الأمكنة المنخفضة . هذا إلى مجموعة ثالثة تعمل على رفع مساحات من الأرض ، فكيف تحدث هذه التغيرات ؟

إنها الطاقة المستمدة من الشمس هى التى تحدث تلك التغيرات التى تصيب سطح الأرض على الدوام ، فلقد رأيت أن حرارة الشمس هى التى تحدث تغيرات فى درجة حرارة الجو وأن هذه التغيرات فى درجة الحرارة هى التى تسبب الرياح والأمطار ، كما أن حرارة الشمس هى التى تسبب تبخر مياه المحيطات فتضيف إلى الجو رطوبة .

والماء هو أعظم عامل من عوامل التآكل والتعرية ، ويستطيع الواحد منا أن يشاهد بنفسه كيف يعمل الماء فى الجبال أو فى السهول أو عند شواطىء البحر ، والمياه الجارية تكتسح التربة فتنقلها من مكانها لتحط بها فى أمكنة أخرى .

ويسبب عدم تساوى تسخين سطح الأرض تحركات فى الهواء ، فانسياب الماء المستمر من الجبال إلى البحر إنما يضمنه بخار الماء الذى تحمله الرياح ، كما أن الرياح مسئولة عن تلاطم الأمواج على شواطىء البحيرات والمحيطات . هذا إلى أن الرياح أيضاً عامل مهم من عوامل النقل ، فعاصفة رياح واحدة تهب فى المنطقة الجنوبية للولايات المتحدة قد تذرو مليوناً من أطنان الأتربة لتزيله فوق اثنتى عشرة ولاية .

وتحمل عوامل التآكل والتعرية كميات هائلة جداً من المواد من مكان إلى آخر فتنقص الوزن فى مساحة ما لتزيده فى مساحات أخرى ، ومع مضى الزمن تصبح الصخور فى قيعان المحيطات أكبر ثقلا من مساحات اليابسة ، وعندئذ تغور الأراضى المنخفضة إلى أسفل كلما انتزعت الصخور من أسفلها ، بينما تدفع الأراضى العالية إلى أعلى فتزداد علواً . وعلى هذا فأنت ترى أن توزيع طاقة الشمس وتحولاتها تلعب دوراً هاماً فى تغير الأرض المستمر .

اختبر معلوماتك

١ — من أين أتى الرمل والصلصال ؟
٢ — ما هو الدبال ؟ من أين أتى ؟

٣ — لماذا كان الدبال ضرورياً فى التربة ؟
٤ — لماذا يجب أن تحتوى التربة الصالحة على الهواء والماء ؟
٥ — هل بكتيريا التربة مفيدة ؟ ما هو الدور الذى تلعبه ؟
٦ — كيف حصل على عقارى البنسلين والأوريوميسين ؟

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الاولى

عمر الأرض بليونان من السنين على الأقل .

الحفريات هى آثار أو بقايا الحياة القديمة .

تبين دراسة الحفريات أن الكائنات الحية قد ظهرت على الأرض منذ بليون سنة على الأقل .

تبين دراسة الحفريات أن الكائنات الحية البسيطة غاية البساطة قد ظهرت على الأرض فى البداية ثم تبعتها أشكال مركبة .

المسألة الثانية

تضعف عوامل التآكل والتعرية الصخور وتبريها .

عوامل التحات هى : (١) تغيرات درجة الحرارة (٢) تجمد الماء (٣) النباتات والحيوانات (٤) الفعل الكيموى .

وتنقل عوامل التآكل والتعرية الآتية المواد من مكان إلى مكان : (١) المياه الجارية (٢) الرياح (٣) الثلاجات و(٤) المد والجزر والأمواج .

المسألة الثالثة

هناك قوى تعمل فى باطن الأرض ببطء على رفع أجزاء من الأرض مكونة تلالا وجبالا وهضاباً .

يحدث نشاط البراكين وانزلاق الصخور المفاجىء ذبذبات فى الأرض تسمى بالزلازل .

المسألة الرابعة

التربة الخصبة هى إحدى ممتلكات الإنسان النفيسة جداً .

تتكون التربة من الصخور بفعل عوامل التآكل والتعرية .

أسئلة للمناقشة

١ — كيف تمكن العلماء من تقدير عمر الأرض ببليونين على الأقل من السنين؟

٢ — أين تبحث عن الحفريات ؟

٣ — ناقش النتائج التى توصل إليها العلماء من دراستهم للحفريات .

٤ — لخص عوامل التآكل والتعرية وناقشها .

٥ — ناقش أسباب العواصف المثيرة للغبار فى الولايات الغربية الوسطى .

٦ — كيف يتأتى للإنسان أن يقرر ما إذا كانت التربة ثلجية أو أنها تكونت نتيجة لترسيب الجداول والغدران ؟

٧ — هل ترسبت تربة المنطقة التى تعيش فيها بالغدران أم بالثلاجات ؟

٨ — ما هى القوى التى تعمل على رفع أجزاء من قشرة الأرض ؟

٩ — كيف تتكون الجبال ؟

١٠— لماذا كانت الزراعة إحدى حرف الإنسان الهامة جداً ؟

١١— مم تتكون التربة ؟

١٢— تكلم على أهمية الكائنات الحية فى التربة .

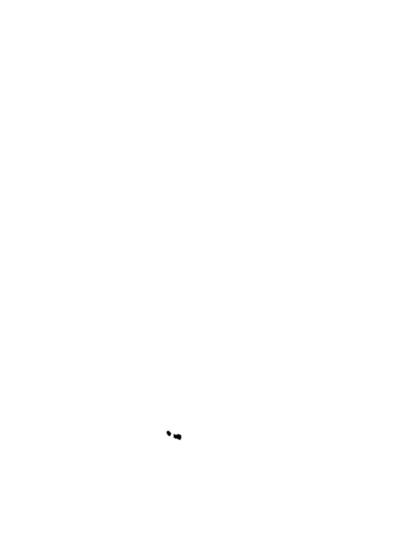
تمرين على حل المسائل

كان سام وردجر ولسون يعدان العدة لقضاء الصيف فى نيومكسيكو ليجمعا الصخور والمعادن ، فقال سام : « ينبغى لنا يا ردجر أن نحضر معنا عينات من التربة من كل ولاية نمر بها ، فقد نحتاج فى دراستنا لعلم الحياة إلى أن نختبر تأثير النماذج المختلفة للتربة على نمو النبات »

وبعد مضى ثلاثة أشهر من هذا الحديث كان الشابان يحضران تجربة

ضابطة مستعملين فيها الذرة والقمح وفول الصويا ، وقد كانت لديهما صناديق مليئة بعينات من التربة جمعاها من ثمانى ولايات . وبينما هما يرسمان الخطة للبدء فى تجربتهما تساءل ردجر : « لماذا لانسخن كلا من هذه العينات لدرجة حرارة ٣٠٠° تقريباً فى فرننا لمدة ساعتين أو أكثر ؟ » .

ما الذى تراه السبب الذى يدعو إلى تنفيذ فكرة ردجر ؟ اذكر مسألة يستطيع الشابان أن يفحصاها بالمواد المذكورة . صف كيف يمكنك أن تعمم تجربة ضابطة للمسألة التى تقررها . ارسم أشكالا توضح خطوات التجربة وبين الأجزاء على الرسم . دون العامل التجريبى والعامل الضابط .



٦
كيف نحصل على المواد من الأرض ونستعملها

لقد ظهر الإنسان على الأرض منذ زمن بعيد ، وكانت احتياجاته فى البداية قليلة ، الغذاء والكساء والمأوى كانت تغنيه ، أما اليوم فان احتياجات الإنسان تتزايد باستمرار ، ولكى يسدها اخترع أشياء جديدة كان عليه أن ينتجها بكميات كبيرة يزيدها فى كل عام ، فنحن نعيش فى « عصر الوفرة » فلدينا تحت إمرتنا آلاف من الآلات والأدوات لم تكن معروفة للإنسان البدائى ، ولكى نصنع الأشياء التى نحتاج إليها ينبغى أن تتوافر لدينا موارد لا تنضب من المواد الخام كالمعادن والفحم والبترول والأحجار ، وتأتى كل هذه المواد من القشرة الأرضية .

والأرض عبارة عن دولاب ملىء بالكنوز يحتوى على ثروات ضخمة فى أجزائه المختلفة ، فمن حديد هنا وفحم وبترول هناك ، والألمنيوم والمعادن الأخرى فى أمكنة أخرى ، وقد اخترع الإنسان وسائل ليستخرج بها هذه الأشياء من الأرض بالتنقيب والحفر والسحب والتفجير ، والباحثون عن هذا الكنز العظيم هم المشتغلون فى المناجم والعلماء والمخترعون ورجال الصناعة ، فهم يحفرون الأرض ليجدوا المواد الخام ويحولوها إلى الأشياء التى نحتاج إليها.

المسائل التى سوف نعالجها

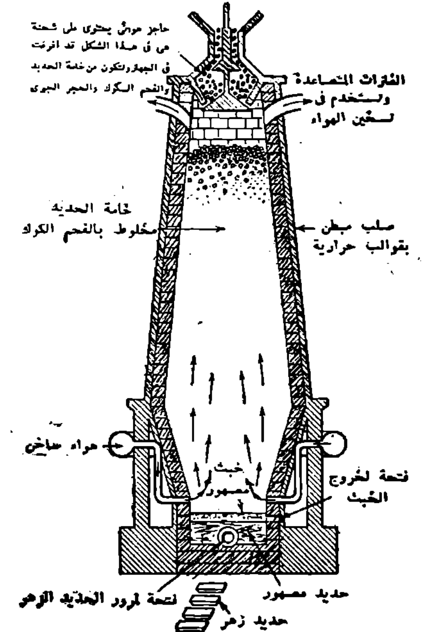
١ — ما هى المعادن النافعة التى نحصل عليها من الأرض ؟

٢ — ما هى أنواع الوقود التى نحصل عليها من الأرض ؟

٣ — ما هى مواد البناء التى نحصل عليها من الأرض ؟

المسألة الاولى ـ ما هى المعادن النافعة التى نحصل عليها من الأرض ؟

دعنا نقف هنيهة لنفكر فى جميع الأشياء التى تصنع من المعادن ، ففى بضع ثوان نستطيع أن نذكر الطيارات والسيارات والسفن والقطر الحديدية والكبارى وجميع أنواع الآلات والمواقد والمسامير والمزالج والنقود المعدنية وآلافاً غيرها. فهل تستطيع أن تتصور كيف تكون حياتنا بدونها ؟ فلنر الآن كيف يحصل الإنسان على الحديد والألمنيوم والذهب والفضة والقصدير والنحاس والزنك .



(شكل ٦٣) يفصل الحديد عن المادة الخام فى فرن اشتعال

الحديد أنفع معادننا

يستعمل الإنسان الحديد أكثر من أى معدن آخر ، ولا يوجد الحديد فى الأرض نقياً وإنما متحداً بعنصر أو أكثر من العناصر الكيموية ، ويسمى الحديد الذى نأخذه من الأرض على هذه الصورة بالحديد الخام .

ويفصل الحديد من الحديد الخام فى أفران اشتعال كبيرة ، فيخلط الخام بالفحم الكوك والحجر الجيرى ثم توضع هذه كلها فى فرن الاشتعال وتسخن ، وتفصل هذه العملية الحديد من الحديد الخام ، ويسيل الحديد من قاع الفرن خلال فتحة يجرى منها على هيئة سائل ساخن أبيض .

ويسمى الحديد السائل من فرن الاشتعال بالحديد الزهر ، وفوائده محدودة لأنه هش ، ولكن معظم حديدنا مصنوع من الصلب . والصلب حديد نقى مضاف إليه معادن أخرى تجعله يناسب احتياجات الإنسان ، ويحتوى الصلب أيضاً على نسبة مئوية صغيرة من الكربون .

والصلب معظمه حديد ولكن تصنع أنواع عديدة من الصلب بإضافة مواد مختلفة إلى الحديد ، فأنت ربما استعملت مدية (مطواة) مصنوعة من حديد غير قابل للصدأ حضّر بإضافة النيكل وعنصرين آخرين إلى الحديد النقى . والصلب المستخدم فى صناعة اللوالب (اليايات) غير القابلة للكسر يحتوى على كميات مناسبة خاصة من أربعة عناصر أخرى بالإضافة للحديد ، وتكفى أن تعلم أن هناك ثلاثين نوعاً من الصلب تدخل فى صناعة السيارة .

الذهب والفضة معدنان نفيسان

الذهب والفضة معدنان لهما لون جذاب وبريق جميل ، وهما معدنان لينان فيخلطان بالنحاس عادة أو بأى معدن آخر لزيادة صلابتهما واحتمالهما لصناعة النقود والحلى والزينة .

هل تعرف ما هو الخاتم الذهب من عيار ١٨ قيراطاً ؟ فدرجة نقاوة الذهب تقاس بالقيراط ، فالذهب الخالص ما كان عياره أربعة وعشرين قيراطاً ، أى إن الذهب من عيار ١٨ هو $\frac{١٨}{٢٤}$ من الذهب الخالص و $\frac{٦}{٢٤}$ من معدن آخر . والذهب من عيار ١٦ قيراطاً هو $\frac{١٦}{٢٤}$ ذهب خالص و $\frac{٨}{٢٤}$ من معدن آخر ، وهكذا . ولما كان الذهب والفضة معدنين غاليي الثمن فتصنع كثير من الأدوات من الحلى الدقيقة وأدوات المائدة لا من الذهب الخالص أو الفضة الخالصة ولكنها تطلى فقط بطبقة من الذهب أو الفضة ، وتسمى مثل هذه الأشياء « بالمذهبة » أو « بالمفضضة » .

ويوجد الذهب فى بعض الصخور ، وهو يوجد أحياناً ككتل من التبر النقى ، ويوجد الذهب حتى فى ماء البحر ، ذلك أن ذهباً قليلا جداً موجود فى معظم الصخور وماء المحيطات ، غير أن نفقات استخراجه تفوق كثيراً ما تساويه الكميات المستخرجة .

ويستخرج بعض الذهب من مناجم عميقة ، كما أن الذهب يستخرج

من الزلط من مجارى الأنهار والغدران ، ذلك أن الغدران التى تجرى من الجبال تأكل الصخور التى تحتوى على الذهب ، وحيث إن الذهب معدن ثقيل جداً تسقط قطع منه فى قاع الغدران ؛ ومنذ مائة عام اندفع الناس صوب كاليفورنيا فى جموع هائلة كانت تعرف بالباحثين عن الذهب وذلك بعد أن اكتشفت كتل من الذهب فى مجارى الغدران هناك .

وتوجد الفضة أحياناً فى حالة نقية ، غير أن معظم فضتنا مستمد من خامات الفضة ، ولقد استعملت الفضة فى صناعة النقود منذ قرون عديدة ، وهنا فى الولايات المتحدة تصنع الدولارات الفضية وأنصاف الدولارات وأرباع الدولارات وأعشارها من ٩٠ فى المائة من الفضة و ١٠ فى المائة من النحاس ، وتستعمل كميات كبيرة من الفضة فى صنع السكاكين والشوك والملاعق ، وربما تستعمل كميات أكبر من هذه فى صناعة الأفلام الفوتوغرافية .

للنحاس فوائد هامة

لقد كان النحاس من أول المعادن التى استعملها القدماء ، وهو أحياناً يوجد فى حالة نقية ، ولكنه عادة يكون مخلوطاً بعناصر أخرى ، ويكون استخراج النحاس من مناجمه صناعة هامة جداً .

وتستعمل كميات كبيرة من النحاس فى العصر الحاضر ، ذلك أنه موصل بديع للكهربا والحرارة ، فمعظم الأسلاك الكهربية والموصلات بأنواعها المختلفة مصنوعة من النحاس . فتأمل فى الضوء الكهربى وأسلاك التلغراف والتليفون فى هذه البلاد وحدها ، ولما كان النحاس جيد التوصيل للحرارة فتصنع منه الغلايات والقزانات ، كما أن كميات كبيرة من النحاس تستعمل أيضاً فى بناء السيارات والقاطرات .

تجربة ٥٦

كيف يمكن فصل معدن من خامة ؟

يمكن فصل بعض المعادن من خاماتها بوساطة الفحم النباتى (أى **المحضر** بحرق الخشب) والحرارة . ضع بعضاً من **أكسيد النحاس أو أكسيد**

الرصاص فى أنبوبة اختبار صلبة . غط الأكسيد بمسحوق الفحم النباتى المشار إليه ثم سخن ، فهل يمكنك أن تجد بعض النحاس الخالص أو الرصاص الخالص فى أنبوبة الاختبار ؟

القصدير ليس وفيرا

نحن نشترى أشياء كثيرة فى علب من القصدير وربما تظن أن القصدير معدن متوافر جداً ورخيص جداً ، والحقيقة أن الأشياء المصنوعة من القصدير الخالص قليلة جداً ، فعلب القصدير مصنوعة من ألواح من الحديد مغطاة بطبقة رقيقة جداً من القصدير ، ويستعمل القصدير فى صناعة العلب لحفظ الأطعمة والزيوت والألوان لأنه لا يتأثر بالهواء أو الماء ، كما أنه لا يتفاعل مع الأحماض الموجودة فى الأطعمة ، وتستعمل ألواح القصدير الثقيلة أيضاً فى تبطين الأوعية التى يجمع فيها اللبن وأجهزة فصل الزبد وأجهزة التعقيم .

تجربة ٥٧

هل يدخل الحديد فى صناعة علبة القصدير ؟

افحص حوافى علبة من القصدير ، هل تستطيع أن ترى أين تنتهى طبقة القصدير السطحية ؟ هل يوجد قصدير أكثر من الحديد فى علبة القصدير أو أقل منه ؟

الألمنيوم معدن مفيد

إذا كانت لديك فى منزلك أوان للطهو مصنوعة من الألمنيوم ، فمن المحتمل أن تكون قد لحظت أن الألمنيوم معدن خفيف الوزن جداً ، كما أنه موصل جيد للحرارة ، هذا بالإضافة إلى أنه لا يتأثر بالهواء أو الماء أو أحماض الأطعمة ، فهو إذن مناسب جداً لصناعة أوانى الطهو ، وحيث إن الألمنيوم قوى جداً وخفيف الوزن فأنه معدن مثالى لصناعة الطيارات . وللألمنيوم فوائد جمة أخرى . وهو يستعمل كمسحوق فى صناعة طلاء الألمنيوم ، كما أن السلك الرقيق فى بعض مصابيح التصوير الفوتوغرافى الليلى مصنوع من الألمنيوم .

ولا يوجد الألمنيوم خالصاً فى الأرض ، واكن توجد منه كميات كبيرة فى الطين العادى ، ولكن لا يمكن فصله ، على الأقل فى الوقت الحاضر ، من المواد الأخرى الموجودة فى الطين بطريقة اقتصادية أى تغطى تكاليفها ، أما معظم الألمنيوم فانه يأتى فى عصرنا الحاضر من خامة تسمى البوكسيت .

فوائد الزنك

الزنك معدن كثير الاستعمال ، ولا شك أنك قد سمعت بالحديد المجلفن ، فالحديد المجلفن عبارة عن حديد مغطى بطبقة من الزنك ، فتعمل تلك الطبقة على وقاية الحديد من التأكسد ، فهلا فحصت أبداً بطارية جافة ، فعلبة البطارية الجافة مصنوعة من الزنك ، ويستعمل الزنك فى صناعة الطلاء ، كما تستعمل ألواح الزنك أحياناً فى تسقيف البالوعات والمواسير الرئيسية .

ويستعمل كثير من الزنك فى صناعة السبائك ، والسبيكة هى مخلوط من معدنين أو أكثر ، فالنحاس الأصفر يتركب من النحاس والزنك ، والفضة الألمانية تحتوى على زنك ونحاس ونيكل ، أما البرونز فانه يتكون من الزنك والنحاس والقصدير .

فوائد النيكل

النيكل معدن صلب له درجة عالية من الصقل ، فهو لا يتأكسد ولا يتكدر لونه ، غير أنه معدن غالى الثمن ، وهو يستعمل أساساً فى طلاء النحاس والنحاس الأصفر والحديد وكلنا يعرف الأدوات « المنكلة » كما أن قطعة العملة التى نسميها « النيكل » (١) تحتوى على نحاس أكثر من النيكل ، ويدخل النيكل فى تكوين السبائك وبخاصة مع الحديد .

الزئبق معدن جدير بالذكر

الزئبق هو المعدن الوحيد الموجود فى الحالة السائلة تحت درجات الحرارة العادية . وهو يسيل فى الأنابيب الزجاجية دون أن يترك على سطحها أثراً أى

(١) قطعة من العملة النقدية تستعمل فى الولايات المتحدة الامريكية
المترجم

لا يبلله ، وهو ينكمش ويتمدد بنظام مع تغيرات درجة الحرارة . وقد جعلت هذه الصفات من الزئبق مادة مثالية للاستعمال فى مقاييس الحرارة (الترمومترات)؛ ويستعمل أطباء الأسنان الزئبق مع الذهب والفضة لحشو الأسنان ، كما يستعمل الزئبق فى البارومترات ومضخات التفريغ وفى الوصلات الكهربية .

ويوجد الزئبق أحياناً فى الحالة الخالصة أى النقية ، غير أن المورد الرئيسى لهذا المعدن خامة حمراء تسمى السنابار ، فعندما يسخن السنابار الخام ينفصل عنه الزئبق على هيئة بخار يجمع فى أوعية باردة .

تجربة ٥٨

كيف يمكن فصل الزئبق من الخام ؟

تكون الحرارة وحدها أحياناً كافية لتغيير الخام وفصل المعدن عنه . سخن بعضاً من أكسيد الزئبق الأحمر فى أنبوبة اختبار ، هل يتجمع الزئبق على جوانب الأنبوبة ؟

تجربة ٥٩

الى أى حد تستعمل المعادن فى العصر الحاضر ؟

كم من الفوائد المختلفة تستطيع أن تعدها لكل من المعادن الآتية : الحديد ، الذهب ، الفضة ، النحاس ، الزنك والألمنيوم ؟

تجربة ٦٠

كم من أنواع المعادن يمكنك أن تجدها ؟

كون مجموعة من قطع صغيرة من أنواع مختلفة من المعادن . اعرض مجموعتك على فصلك فى المدرسة ، ثم قارن مجموعتك بمجموعات غيرك من زملائك .

اختبر معلوماتك

١ — يسمى العصر الذى تعيش فيه أحياناً « بعصر المعادن » . اشرح ذلك .
٢ — كيف يمكن فصل الحديد من خامة الحديد ؟

٣ – كيف يختلف الصلب عن الحديد ؟

٤ – كيف يحصل على كل من الذهب والفضة ؟

٥ – ما هو الخاتم الذهبي من عيار ١٦ قيراطاً ؟

٦ – اذكر فوائد كل من المعادن الآتية : النحاس ، الزنك . النيكل . الزئبق .

المسألة الثانية – ما هى أنواع الوقود التى نحصل عليها من الارض ؟

كثير منا يعيش فى مناطق يتحتم علينا فيها إبان وقت معين من السنة أن نحرق وقوداً ما لندفىء أجسامنا ، والأنواع الأساسية للوقود فى الولايات المتحدة هى الفحم والكوك والبترول والغاز والخشب ، فدعنا نر أين توجد هذه الأنواع من الوقود وكيف نحصل عليها .

الفحم وقود هام

عندما تحرق الفحم تتحرر منه طاقة غالية كامنة فيه ، ويسمى الفحم أحياناً « ضوء الشمس الدفين » فما معنى هذا ؟ ولسوف تساعدك قصة تكوين الفحم على فهم هذا المعنى .

تكونت طبقات فحمنا منذ حوالى ٣٠٠ مليون سنة ، وفى إبان ذلك العصر كانت مناطق كبيرة من الأرض منخفضة سبخة ، أى كثيرة المستنقعات وكان الجو دافئاً استوائياً . وكانت تنمو فى تلك المستنقعات الدافئة نباتات ضخمة ، كثير منها لا أثر له على الأرض فى عصرنا الحاضر . وكانت هذه النباتات من السراخس وذيل الحصان والحزاز بدلا من أشجار البلوط والحور الضخمة التى تنمو اليوم .

وكانت الظروف فى المستنقعات الدافئة الرطبة نموذجية بالنسبة لحياة النبات . وعندما ماتت النباتات سقطت فى الماء فلم تتعفن أو تتحلل تعفناً كاملا ، وقد استمرت هذه العملية لسنوات طالت جداً ، وعلى هذا تكونت طبقات غليظة من بقايا النباتات وكانت الأرض تغور ببطء وامتلأت السبخات

بالماء ، وفى النهاية ترسبت فوقها طبقات سميكة من الصلصال والرمل تحجرت فيما بعد ، وقد عمل ضغط الصخور على تخليص الغازات من بقايا النبات ومن ثم تحولت طبقات هذه البقايا النباتية إلى فحم .

وقد سبب ارتفاع الأرض وانخفاضها تكرار هذه العملية عدة مرات ، غير أن معظم المستنقعات التى كانت تكون الفحم قد اختفت منذ ٢٠٠ مليون سنة على الأقل وبهذا انتهى العصر الفحمى أو الكربونى .

ولننظر الآن فى سبب تسمية الفحم أحياناً « ضوء الشمس الدفين » ، فنحن نعلم أن النباتات تحتاج إلى الطاقة لتعيش وتنمو . وعلى هذا فإن الطاقة الموجودة فى الفحم هى طاقة مستمدة من ضوء الشمس اقتنصتها منذ ملايين السنين النباتات التى كانت تعيش فى المستنقعات التى عملت على تكوين الفحم .

يظهر الفحم على هيئة طبقات فى الأرض

تكون رواسب الفحم فى بعض المناطق قريبة جداً من سطح الأرض حتى إن الفحم يمكن استخراجه بوساطة الجواريف البخارية ، فالجواريف الكبيرة تكشف عن طبقة الفحم ، ويسمى هذا « بالبحث عن المعادن بالتعرية » وفى بعض الأماكن الأخرى تدق الأعمدة فى الأرض ثم يحفر عمال المناجم عند قاع العمود فى كل اتجاه ثم يعمل شق فى قاع عرق من الفحم ، وعندئذ تعمل ثقوب فى الفحم يوضع فيها الديناميت ، ثم يترك العمال المنجم ويفجر الديناميت بالكهربا فتتناثر كتل الفحم ومن ثم تحمل على سيارات صغيرة ترفع إلى فوهة المنجم . وفى بعض الأماكن يحصل الفحم بحفر نفق فى جانب تل للوصول إلى عرق من الفحم .

توجد عدة أنواع من الفحم

تختلف أنواع الفحم فى تركيبها وقيمتها الحرارية ، وأشهر تلك الأنواع ذيوعاً هو الأنتراثيت والفحم البتيونى .

تجربة ٦١

اى انواع الفحم يحترق بسهولة ؟

افحص كتلة من فحم صلب وقارنها بكتلة أخرى من نفس الحجم وإنما من فحم هش . ابتكر طرقاً للوصول إلى أجوبة عن المسائل الآتية : ما هو النوع الأكثر رخاوة ؟ ما هو النوع الذى ينتج عنه تراب أكثر عندما ينكسر ؟ ما هو النوع الذى يحترق بسرعة ؟ ما هو النوع الذى ينتج صناجاً ودخاناً أكثر من الآخر ؟

والأنتراثيت فحم صلب جداً ، وهو وقود شائع جداً فى كثير من المنازل لأنه : (١) يحترق ببطء ولايحتاج إلى تقليب كل حين (٢) نظيف و (٣) يحترق دون تصاعد كثير من الدخان ، غير أنه أغلى ثمناً من الفحم الهش.

والفحم البتيونى فحم هش، ولم يجد إقبالا كوقود فى المنازل لأنه : (١) يحترق بسرعة كبيرة ويحتاج إلى تقليب مستمر (٢) يتكسر بسرعة ، وعلى هذا فهو وقود قذر و (٣) يكون مقداراً كبيراً من الصناج والدخان .

ويلاقى الفحم الهش بعض الإقبال كوقود لتدفئة المساكن ، ذلك لأنه ليس أرخص من الفحم الصلب فحسب ولكن لأن بعضاً من عيوبه قد تغلب عليها ، فقد ابتكرت قلابات أوتوماتيكية تجعل تقليب هذا الفحم باليد غير ضرورى ، كما أن هذا الفحم الهش قد يعالج بقليل من الزيت لإقلال أوساخه وترابه .

ويستعمل الكوك وقوداً ، وتستعمل كميات ضخمة منه فى صناعة الصلب . ويصنع الكوك بتسخين الفحم الهش إلى درجة حرارة عالية فى أفران محكمة لا يتسرب إليها الهواء ، فتطرد منه الغازات والمواد القطرانية مخلفة وراءها الفحم الكوك صلباً ، ولا تترك غازات الفحم والقطران تنساب هباء وإنما تجمع لتستخدم فى شتى الشئون ، ذلك أن مئات من المنتجات القيمة تستخرج من قطران الفحم مثل العقاقير والروائح العطرية والصبغات ، فكثير

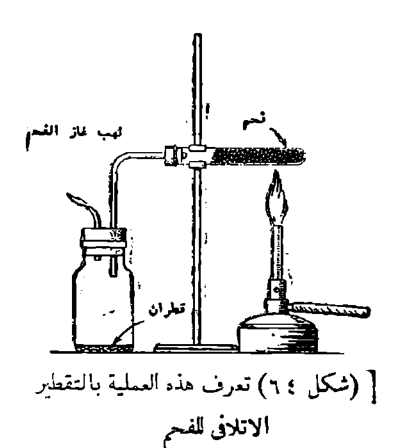
من الصبغات التى تستعمل اليوم فى صباغة الملابس من مشتقات قطران الفحم ، كما أن النيلون يستخرج من الفحم والماء والهواء ، ثم يغزل على هيئة خيوط تشبه الحرير تنسج لتكون أقمشة تصنع منها الملابس والجوارب وأشياء أخرى .

تجربة ٦٢

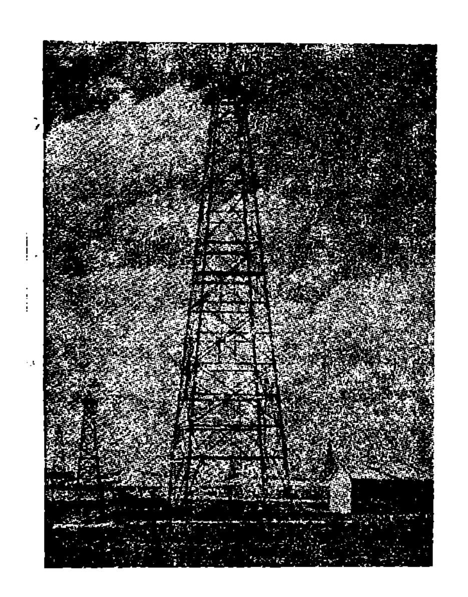
كيف يمكن الحصول على الغاز والفحم الكوك من الفحم الهش؟

هات أنبوبة اختبار ثم أغلقها بسدادة من المطاط بها ثقب واحد وأدخل فيها أنبوبة من الزجاج كما هو موضح فى شكل ٦٣ . ضع كتلا صغيرة من الفحم الهش فى أنبوبة الاختبار ، ثم ضع السدادة فى فم الأنبوبة وسخن.

ما الذى تعلمته من التجربة ؟



(شكل ٦٤) تعرف هذه العملية بالتقطير الاتلافى للفحم



←
(شكل ٦٥) آبار البترول فى حقل بترول

كيف تكون الزيت ؟

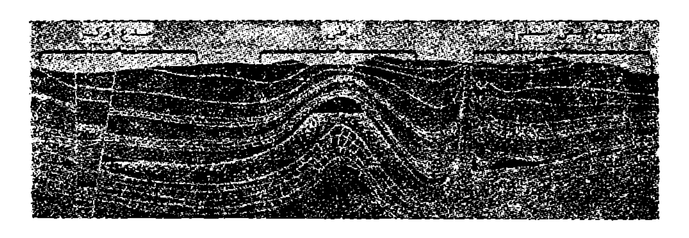
توجد بأمريكا أكثر من ٥٠ مليون سيارة ولورى ، ويستعمل كثير منها الجازولين (البنزين) أو الزيت وقوداً ، ومعنى هذا أننا نحتاج إلى كميات

ضخمة جداً من الجازولين كل عام ، ويستخلص الجازولين من الزيت ، كما أن كميات كبيرة من البترول تستعمل فى تدفئة المنازل .

والزيت عادة سائل غليظ القوام داكن اللون ويسمى بالبترول . وقد تكون البترول فى الأرض منذ ملايين السنين من نباتات وحيوانات دقيقة كانت تعيش فى البحار الضحلة ، وكانت هذه البحار تغطى مناطق من اليابسة التى نعيش عليها الآن ، وقد ماتت الكائنات الحية ودفنت فى الطين الذى ترسب على قاع المحيط ، ومع مضى الزمن غطت الرمال ذلك الطين وتحول تدريجياً إلى صخور ، ثم تكون البترول من بقايا النباتات والحيوانات المطمورة بطريقة لم تفهم بعد .

وتكاد توجد رواسب الزيت دائماً أبداً فى الصخور الرسوبية البحرية الأصل وهذه الصخور مسامية ، أى إن بها ثقوباً دقيقة أو مسام يتحرك الزيت منها . وقد تحركت الصخور فى بعض الأماكن إلى أعلى لتكون جيوباً فى الأرض ، ويتجمع الزيت فى النهاية فى هذه الجيوب .

وعندما يبحث الناس عن الزيت ، فأنهم يبحثون عن الأماكن التى طويت فيها الصخور الرسوبية لتكوّن جيوباً كبيرة فى الأرض ، وعندئذ يحفرون فى الأرض بطريقة الثقب مؤملين العثور على جيب به زيت ، وعندما يصلون إلى مثل هذا الجيب فقد ينبثق الزيت منه عالياً فى الهواء كالنافورة ، ومثل هذه البئر تسمى « الدافقة » أما فى معظم الآبار فان الزيت يرفع منها بمضخة حيث يجمع فى مستودعات ضخمة لينقل إلى معامل التكرير .



(شكل ٦٦) تركيب الصخور تحت سطح الأرض فى منطقة منتجة للزيت
فى حالة مثالية إلحظ القبوة أسفل « الطى » حيث يوجد الزيت عادة

والزيت الخام عبارة عن خليط من عدة مركبات من الكربون والأيدروجين ، ثم يقطر فى معمل التكرير حيث تفصل منه مركبات مختلفة . ويدفع الزيت الخام فى أنابيب تجرى فى فرن فتحوله الحرارة إلى عدة غازات، ثم تتحول هذه الغازات مرة أخرى إلى الحالة السائلة فى برج تبريد كبير . وينفصل منه الكيروسين والجازولين وزيت الوقود وزيوت التشحيم وذلك بضبط درجات الحرارة التى تتحول فيها الغازات المختلفة مكونة السوائل المذكورة .

تجربة ٦٣

ما هى الأشياء المختلفة التى يحصل عليها من البترول ؟

اكتب كشفاً بالمواد المتنوعة التى نحصل عليها من البترول ، فى أى الأغراض تستعمل ؟

تجربة ٦٤

ماهى بعض نواتج الفحم الهش ؟

اكتب كشفاً بالمواد المختلفة التى يحصل عليها من الفحم الهش . فى أى الأغراض تستعمل ؟

الغاز الطبيعى وقود ثمين ؟

يوجد الغاز الطبيعى مخزوناً فى الأرض تحت ضغط عظيم ، ويكاد يكون دائماً أبداً مع البترول ، ويحصل عليه كما هى الحال مع البترول بحفر آبار فى الصخور التى تحويه .

والغاز الطبيعى وقود مثالى ، فهو يحترق بلهب أشد حرارة من أى من الغازات الأخرى التى تستعمل وقوداً ، وهو يوجد فى أكثر من نصف ولايات الولايات المتحدة ، وهو يدفع أحياناً بالمضخات مئات من الأميال إلى المدن حيث يستخدم فى طهو الطعام ، كما أنه قد يستعمل فى تدفئة المنازل وكوقود فى المصانع .

اختبر معلوماتك

١ – لماذا يسمى الفحم أحياناً بضوء الشمس الدفين ؟
٢ – كيف تكون الفحم فى الأرض ؟
٣ – ما هى فوائد ومضار كل من الفحم الأنتراثيتى والبتيونى كوقود لتدفئة المنازل ؟
٤ – كيف ينتج الفحم الكوك ؟
٥ – ما هى بعض المنتجات التى يحصل عليها من البترول وكيف تفصل من الزيت الخام ؟
٦ – سم بعضاً من منافع قطران الفحم .

المسألة الثالثة – ما هى مواد البناء التى نحصل عليها من الأرض ؟

لقد كان الإنسان الأول يسكن الكهوف ، ولكن الإنسان قد تعلم منذ آلاف السنين كيف يقيم المبانى من أحجار الأرض ، فكثير من تلك المبانى المدهشة المشيدة من الحجارة والتى بناها سكان مصر القديمة واليونان وروما لا تزال قائمة حتى اليوم .

ولا تزال تستعمل الحجارة الطبيعية فى المبانى حتى اليوم ، ولكن بالإضافة إليها صنع الإنسان مواد للبناء مثل الآجر والخرسانة من مواد ترسبت فى الأرض ، ولكى نفهم هذا الموضوع ينبغى أن نتعلم أولا شيئاً عن أنواع الصخور الموجودة فى الأرض .

تجربة ٦٥

ما هى مميزات الصخور ؟

زر أمكنة مختلفة من منطقتك التى تعيش فيها لدراسة الأنواع المختلفة للصخور . خذ معك مطرقة واكسر عينات صغيرة من عدد كبير من الأنواع المختلفة على قدر ما تستطيع حمله معك إلى المنزل . اجتهد فى الحصول على عينات من الحجر الجيرى والحجر الرملى والطفل والرخام والجرانيت والاردواز.

الصخور تصنف وترتب

تختلف الصخور كل عن الأخرى من عدة أوجه : فى الحجم والشكل واللون والصلابة والتركيب الكيموى . وبعض الصخور مصمتة التركيب بينما البعض الآخر يتركب من حبيبات منفصلة . وفى بعض الصخور توجد الدقيقات أو الحبيبات فى طبقات بينما نجد هذه فى البعض الآخر مبعثرة منتشرة، وبعض الصخور ليست حبيبية التركيب .

وتعتمد طبيعة الصخر إلى حد كبير على كيفية تكوينه ، فالصخور قد تكونت باحدى طرق ثلاث ، وعلى هذا تقسم على حسب هذا التكوين إلى ثلاث مجموعات : (١) الصخور الرسوبية (٢) الصخور النارية و (٣) الصخور المتحولة . فلنر الآن كيف تكونت كل من هذه المجموعات من الصخور .

الصخور الرسوبية

تكونت الصخور الرسوبية من المواد التى كانت تحملها الغدران والجداول ، فحيث تجرى هذه نحو البحر فأنها تجرف معها الطين والزلط والرمل والحصى ، وعندما كان يصل الغدير أو الجدول إلى مكان هادىء كانت مياهه تبطؤ وهناك تضع حملها ، فكان الزلط أثقل القطع يتساقط على القاع أولا يليه الحصى فحبيبات الرمل الخشن ومن فوقها الحبيبات الدقيقة من الرمل والطين التى قد تحمل أميالا عدة إلى البحر حيث تتساقط فى النهاية وتستقر على قاعه ، ومع مضى الوقت كانت هذه الحبيبات تتماسك مع بعضها لتتحول إلى كتل صخرية .

ويكون الحصى مجمعاً بينما حبات الرمل المضغوطة المتماسكة مع بعضها تكون الحجر الرملى بينما يكون الطين والصلصال الطفل .

والحجر الجيرى حجر رسوبى آخر ، وقد تكوّن بعضه من الأصداف البحرية والمرجان وهياكل الحيوانات الدقيقة ، فقد ترسبت هياكل هـــذه

الحيوانات فى طبقات على قاع المحيط . وثمة نوع آخر من الحجر الجيرى تكوّن من الجير الذى ذاب فى مياه الغدران التى صبت فى البحر فيما بعد ، ومع مضى الوقت استقر كثير من هذا الجير على قاع البحر ومن ثم تجمد مكوناً الحجر الجيرى .

تجربة ٦٦

ما هو الاختبار الكيموى للحجر الجيرى ؟

ضع بقطارة طبية قليلا من نقط حامض الكلوردريك المخفف على قطعة من حجر جيرى . لاحظ أنها تتفاعل بشدة بتصاعد فقاعات منها . ضع قليلا من الحامض على قطعة من رخام ، لاحظ أنها تتفاعل بتصاعد الفقاعات منها . فالحجر الجيرى صخر رسوبى والرخام صخر متحول ، وكلاهما مكون من نفس المواد الكيموية .

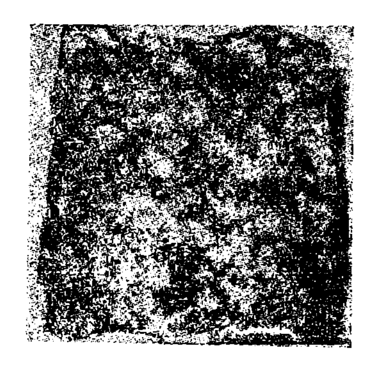
الصخور النارية

يظن بعض العلماء أن كمية هائلة جداً من الغازات الساخنة قد انفصلت عن الشمس منذ عصور بعيدة جداً ، وأن كوكبنا الأرض قد تكون من هذه الغازات . فلما بردت الأرض تحولت الغازات إلى الحالة السائلة ثم صارت هذه صلبة بعد ذلك ، والصخور التى تكونت عندما تحولت الأرض إلى الحالة الصلبة هى الصخور النارية .

وتتكون الصخور النارية اليوم عندما تنهمر الحمم من البراكين ، والحمم عبارة عن مواد منصهرة تخرج من باطن الأرض ، وهى لا تسيل من البراكين فقط وإنما تسيل أيضاً من شقوق الأرض العظيمة الموجودة فى سطح الأرض . وقد ملأ فيض عظيم من الحمم منذ ملايين السنين الأنهار والبحيرات والغابات المطمورة .

وعندما تبرد المواد المنصهرة بسرعة تكوّن صخراً زجاجياً بينما إذا ما بردت ببطء تكوّن بلورات ، وكلما بطؤ التبريد كبرت البلورات . وتتكون الصخور من مواد تسمى بالمعادن ، فالجرانيت حجر نارى ومن أكثر الصخور انتشاراً

فى الأرض ، وقد بردت المواد المنصهرة التى تكوّن منها الجرانيت ببطء لدرجة أن المعادن الداخلة فى تركيبه انفصلت عن بعضها لتكون بلورات .



(شكل ٦٧) الجرانيت

وأنت إذا فحصت قطعة من جرانيت فسوف تلحظ أنها رقطاء الشكل ، والبلورات كلها من لون واحد . ويتّركب الجرانيت عادة من ثلاثة أنواع من البلورات : الكوارتز والميكا والفلدسبار . وهذه المعادن الثلاثة شائعة ، كما أنها توجد منفصلة أيضاً. والكوارتز بلورة جميلة الشكل ذات ستة جوانب زجاجية المظهر ، وتزدحم بلورات الكوارتز التى تكوّن الجرانيت وقد لا تكون كاملة الشكل. والكوارتز معدن صلب جداً يخدش الزجاج .

(شكل ٦٨) الكوارتز

والفلدسبار هش وينشقق إلى كتل ذات أسطح ملساء لامعة ، وهو قد يكون وردياً ناصلا أو أبيض أو رمادياً أو أخضر أو قشدى اللون ، ويحتوى الجرانيت الأحمر على فلدسبار وردى ناصل بينما يكتسب الجرانيت الرمادى اسمه من الفلدسبار الأبيض الموجود فيه .



(شكل ٦٩) الفلد سبار

و الميكا معدن داكن يتشقق إلى صفائح رقيقة ، ويمكن فصل صفائح مستوية من الميكا بوساطة المدية ، ولا تحتوى كل أنواع الجرانيت على الميكا ، بينما تحتوى بعض أنواع الجرانيت على معدن أسود اسمه الهورنبلند ، بلوراته مستطيلة وتبدو كالفحم.



(شكل ٧٠) الميكا

الصخور المتحولة

تتكون الصخور المتحولة من كل من الصخور الرسوبية والنارية ، ذلك أن درجات الحرارة العالية والضغوط العظيمة فى الأرض تحول شكل ومظهر كل من الصخور النارية والرسوبية ، فمثلا يتحول الحجر الجيرى الواقع تحت تأثير الحرارة والضغط إلى رخام ، كما يتحول الطفل أحياناً إلى إردواز ، وقد يتحول الجرانيت إلى نيس والحجر الرملى إلى كوارتزيت ، وتسمى الصخور التى تحولت فى الشكل والمظهر بهذه الطريقة بالصخور المتحولة .

يستعمل الانسان الصخور

نحن نستعمل صخور الأرض فى بناء المنازل وإقامة العمائر ، فأى المنازل أو المبانى الأخرى الموجودة فى محيطنا مبنية من الصخور ؟ إذا كان الأمركذلك فهلا حاولت أبداً أن تحدد أنواع هذه الصخور ؟

تجربة ٦٧

هل ثمة مبان فى منطقتك مبنية من الحجارة ؟

زر بعض المبانى فى مرحلة التشييد فى منطقتك ، فاذا كان الحجر يستعمل فى بنائها فأوجد نوعه . اجمع عينات من حجارة البناء .

والجرانيت هو أحد أنواع حجارة البناء المستعملة على نطاق واسع ، وهو صلب جداً ، فلا يتأثر بالجو وإذا صقل كان صقله جميلا ، وهو كثيراً ما يستعمل فى أغراض الزينة حول المبانى ، وفى بناء النصب وشواهد المقابر ، فاذا زرت مقبرة فربما ترى عدة نصب من الجرانيت .

والرخام صخر جميل ولكن ليست له قوة احتمال الجرانيت ، فهو مثل الحجر الجيرى هش نسبياً ويتأثر بالأحماض بسهولة ، وهو كثيراً ما يستعمل فى أغراض الزينة ، فواجهات المبانى العامة والدرج (السلالم) والممرات فى المبانى الكبيرة كثيراً ما تزين بالرخام ، وهو يستعمل كالجرانيت فى بناء النصب وشواهد المقابر .

والحجر الرملى من حجارة البناء الجيدة فهو يتحمل إلى حد لا بأس به كما أن تأثره بالجو أقل كثيراً من الحجر الجيرى والرخام . والأحجار الرملية حمراء أو بنية أو رمادية وهى تستعمل على نطاق واسع فى تجميل المبانى وتزيينها .

أما الاردواز فهو معروف لكل فتى وفتاة فى المدرسة ، ذلك أن السبورات فى معظم فصول المدرسة مصنوعة من الاردواز ، والاردواز كان يوماً ما طيناً فى قاع البحر ، ثم تحول الطين فى بداية الأمر إلى طفل ، وهو صخر رسوبى ثم تحول الطفل بفعل الحرارة والضغط إلى اردواز ، وهو صخر متحول . ويمكن شق الاردواز إلى طبقات رقيقة جداً ويستعمل فى بناء الأسقف وأقراص المناضد ودرجات الدرج .

والحجر الجيرى صخر آخر يستعمل فى البناء ، وحيث إن كثيراً من أنواع الحجر الجيرى تتأثر بالهواء والماء ينبغى اختيار الأنواع التى تقاوم التحات

مواد البناء الصناعية

الآجر والخرسانة مواد بناء شائعة الاستعمال ، وهى لا توجد فى الأرض كما هى وإنما يصنعها الإنسان من مواد موجودة فى الأرض .

فالآجر يصنع من الصلصال ، فقد اكتشف الإنسان من قديم أنه يستطيع أن يحول الصلصال إلى آجر ، فقد كان يهيء قوالب الآجر ويجففها ومن ثم تجمد بالشمس ولكنه تعلم فيما بعد أن يجففها فى أفران . ويتكون من الصلصال فلدسبار متحلل ، وهو يتكون منذ ملايين السنين وعلى هذا فهو متوافر فى الأرض فى العصر الحاضر .

وتصنع الخرسانة بخلط السمنت والزلط والماء . والخرسانة المسلحة ، أى المقواة بالصلب ، تستعمل فى زيادة قوة المبانى ، فهذه المواد قوية شديدة الاحتمال وضد النار ، ويمكن بناء المبانى المقاومة للحريق منها بكلف معقولة ، وتستعمل الخرسانة أيضاً فى بناء الطرق الطويلة لتتحمل حركة السيارات العنيفة .

الطاقة من المواد الموجودة فى الأرض

إن عصر الآلات الذى نعيش فيه الآن أصبح ممكناً لأن الإنسان قد تعلم كيف يستخدم الطاقة المختزنة فى أنواع الوقود المختلفة وكذلك طاقة مساقط

المياه ، فهو قبل أن يخترع الآلات إنما كان يعتمد على قوة عضلاته وعضلات ماشيته وأنعامه .

ولقد تعلمت فى المسألة الثانية لماذا يسمى الفحم « ضوء الشمس الدفين » ونحن عندما نستعمل الفحم والزيت اليوم إنما نحن فى الواقع نستعمل الطاقة التى جمعتها الكائنات الحية من الشمس منذ ملايين السنين ، وهكذا نحن نرى مرة أخرى أن الشمس هى مصدر كل أنواع الطاقة التى يستعملها الإنسان تقريباً.

اختبر معلوماتك

١ – كيف تكونت الصخور الرسوبية ؟
٢ – كيف تكونت الصخور النارية ؟
٣ – كيف تكونت الصخور المتحولة ؟
٤ – سم خمسة من الأحجار الطبيعية التى تستعمل فى تشييد المبانى .
٥ – ما هو أكثر الصخور الآتية احتمالا فى بناء العمائر : الجرانيت ، الرخام أو الحجر الرملى ؟
٦ – كيف تكون الاردواز فى الأرض ؟

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الأولى

الأرض أعظم مخزن للمعادن والزيت والفحم والغاز الطبيعى .

الحديد هو أكثر معادننا نفعاً .

يفصل الحديد من الحديد الخام فى أفران تسمى بأفران الاشتعال .

النحاس والقصدير والألمنيوم والذهب والفضة والزئبق تأتى من الأرض أيضاً .

المسألة الثانية

يستخرج الفحم من الأرض .

يسمى الفحم أحياناً بضوء الشمس الدفين لأنه تكون من النباتات التى اقتنصت الطاقة من الشمس منذ ملايين السنين .

يصنع الكوك من الفحم الهش .

تكوّن البترول فى الأرض منذ ملايين السنين من الكائنات الحية .

الجازولين والكيروسين وزيت الوقود وزيوت التشحيم تفصل من البترول بعملية التقطير .

الغاز الطبيعى وقود قيم .

المسألة الثالثة

تقسم الصخور إلى نارية ورسوبية ومتحولة .

تستعمل الصخور فى بناء المنازل والمبانى العامة .

يصنع الآجر والخرسانة من مواد مختزنة فى الأرض .

أسئلة للمناقشة

١ — ماذا تظن يحدث لو أن مواردنا من المعادن والفحم والزيت قد انقطعت؟

٢ — ما هو أنفع معادننا ؟ ولماذا ؟

٣ — لماذا كان الزئبق سائلا مثالياً للاستعمال فى مقاييس الحرارة (الترمومترات) ؟

٤ — لماذا تصنع معظم الأسلاك الكهربية و « الكابلات » من النحاس ؟

٥ — ماذا تظن يتكلف أكثر من الآخر : خاتماً ذهبياً من عيار ١٤ قيراطاً أم خاتماً ذهبياً من عيار ١٨ قيراطاً ؟ ولماذا ؟

٦ — ما هى السبيكة ؟ فيم يختلف النحاس الأصفر عن البرونز؟

٧ — ما هى المعادن التى تدخل فى عمل قطعة من ذات العشرة السنتات ؟

٨ — كيف يصنع الفحم الكوك ؟

٩ — فيم يختلف الفحم الانتراثيتى من الفحم البتيونى ؟

١٠— أيهما الأكثر احتمالا فى بناء شواهد المقابر : الرخام أم الجرانيت .

١١— أى مجموعات الصخور الأقدم ؟

١٢— ناقش الطرق المختلفة التى يستعمل فيها الإنسان الصخور .

تمرين على حل المسائل

عندما أعلن مقاول مبان عن صفقات للبيع فى ناحية جديدة من مدينة هامبتن توجه المستر والمسز هاملتون بسيارتهما إلى المنطقة لاختيار موقع لبيتهما الجديد . وقد فكرا أولا فى قمة التل حيث شاهد المستر هاملتون « حيث إن جميع الأشجار قد أزيلت من قمة التل فانى أعتقد أنه ينبغى لنا أن نشترى رقعة فى ركن المنحدر الجنوبى » وهنا قالت زوجته: « ولكن لا توجد سوى أكمتان من الأشجار فى الجانب الجنوبى للتل . إنى لا أفهم ماذا تعنى » .

فبدأ المستر هاملتون يشرح لها فى صبر: « هل تلحظين تلك المساحة الواسعة المزروعة بأشجار الحور عبر الطريق المتسع المؤدى إلى الجنوب الغربى؟ إذن فسوف تهب معظم الرياح من هذا الاتجاه . وعندما تلفح شمس الصيف بحرارتها العالية هنا فى شهر يولية فأنى أعتقد أن قمة التل العارية سوف تسخن أكثر من القطاع الموجود فى الجنوب الغربى حيث تتكاثف أشجار الحور لدرجة أنك لا تستطعين رؤية أضواء الطريق من هنا . وحيث إن قمة التل العارية سوف تكون مصدر التيارات الهوائية الصاعدة فسوف يكون المنزل الذى يشيد على المنحدر الجنوبى الغربى فى طريق الهواء البارد الذى يرتفع إلى أعلى تجاه التل . فهذا إذن أنسب مكان لنا لبناء بيت نشعر فيه بالراحة خلال الصيف » .

ولكن المسز هاملتون أردفت: « إن طريق ماديسون المغروس بالأشجار (أفنيو) يمتد من الشرق إلى الغرب فهل نبنى بيتنا ليواجهه ؟ فقطعة الأرض تقع فى الركن الجنوبى الغربى لتقاطع طريقى ماديسون ولنكولن المغروسين بالأشجار » وهنا أجابها زوجها بشدة : « قطعاً لا ، فأنا لا أريد أن أجرف الجليد من مدخل البيت فى ديسمبر ويناير » .

اذكر فرض المستر هاملتون الخاص باختياره لموقع البيت .

صف باختصار كيف يمكنك أن تختبر الفرض .

الوحدة الثانية

أشياء أخرى لك لتفعلها

تقارير يمكنك أن تعدها

١ — اكتشاف طبقات الجو العليا بوساطة الصواريخ .
٢ — تاريخ المضخات .
٣ — فوائد الهواء المضغوط .
٤ — ساعة فى كايسون (غرفة البناء تحت الماء) .
٥ — بناء الأنفاق تحت الأنهار .
٦ — اختراع الفرملة الهوائية .
٧ — الغوص إلى الأعماق .
٨ — اكتشاف الأكسجين .
٩ — الآراء الأولى عن الاحتراق .
١٠— تاريخ مقياس الحرارة (الترمومتر) .
١١— الطيران والجو .
١٢— التنبؤ بالطقس لوقت طويل .
١٣— تكوينات السحب الجديرة بالذكر .
١٤— أدلة التآكل والتعرية فى منطقتك .
١٥— كيف يضبط التآكل والتعرية فى منطقتك ؟
١٦— متى أتت الثلاجات .
١٧— فوائد المخصبات فى المزرعة .
١٨— الكهوف الجديرة بالزيارة فى أمريكا .
١٩— السدود (الخزانات) التى تستخدم فى الرى وضبط الفيضان .
٢٠— النظريات التى وضعت لشرح كيفية تكوين الأرض .

٢١– كيف تتكون الستاليكتات (العمد النازلة) والستالجميتات (العمد الصاعدة) .

٢٢– مواد البناء التى تستعمل فى منطقتك .

٢٣– نماذج الوقود التى تستعمل فى منطقتك .

٢٤– كيف يكرر البترول .

٢٥– مستخرجات الفحم .

٢٦– كيف يصنع الصلب من الحديد ؟

٢٧– الحصول على المواد من ماء البحر .

الكتب والبحوث التى يمكنك أن تقرأها

Down to Earth : An Introduction to Geology. Carey G. Cronies and William C. Krumbein. University of Chicago Press, 1936.

سوف تساعدك الصور الجيدة والأشكال التخطيطية الموجودة فى هذا الكتاب على فهم تأثير الزلازل والتآكل والبراكين . وتشرح الفصول ٧ –١٢ تأثير الماء.

Minerals : Their Identification, Uses, and How to Collect Them. Herbert S. Zim and Elizabeth K. Cooper. Harcourt, Brace, 1943.

يمكنك أن تتعلم من هذا الكتاب أين توجد رواسب المعادن الهامة فى كل ولاية من الولايات المتحدة . ويعتبر هذا الكتاب دليلا مفيداً لشخص مبتدىء فى جمع المعادن .

Everyday Weather and How It Works. Herman Schneider. McGraw-Hill, 1951.

سوف تجد هذا الكتاب مفيداً فى تنمية هوايتك عن التنبؤ بحالة الطقس ولبناء محطة أرصاد فى بيتك ولتقرأ خرائط الطقس .

The Great Heritage. Katherine B. Shippen. Viking. 1947.

توصف ترسيبات الزيت والفحم والذهب والحديد وبعض المعادن الأخرى فى هذه العجالة التى تناقش بعضاً من مواردنا الطبيعية .

Earth's Adventures. Carroll L. Fenton. Doubleday, 1942

تعزز صور فوتوغرافية كثيرة النبذة الطريفة التى تعالج تكوين الأنواع المختلفة للصخور وتأثير صفائح الجليد على المنحدرات المكسوة بالحشائش ، والحيود التى كانت يوماً ما فى قاع البحيرات .

Realm of Flight. Superintendent of Documents. Catalog No. C 31.106 : F 64 3, 1947. 60 cents.

به بيانات عن الجو يحتاج إليها الطيارون معززة بالأشكال .

Glossary of the Mining and Minerals Industry. Catalog No. 128.3:95/1-2, 1948. $ 1.75.

به حوالى ٢٠٫٠٠٠ مصطلح فنى ومن التى تستعمل فى الولايات المختلفة فى التعدين والغاز الطبيعى والمحاجر وبعض صناعات المعادن الأخرى ، كما يشتمل على أسماء المعادن والصخور الشائعة .

بحوث يمكنك أن تقوم بها

١ — كيف يمكن تصوير صفائح الثلج ؟
٢ — فى أى الأشكال تتبلور المواد الشائعة ؟ حاول معرفة ذلك بالنسبة لكبريتات النحاس والملح الحجرى والهيبو (ثيوكبريتات الصوديوم) .
٣ — كيف يمكن تنقية الماء بالتقطير ؟
٤ — هل تولد الأكسدة البطيئة ضوءاً وحرارة ؟
٥ — كيف يمكن عمل سيفون أوتوماتيكى ؟
٦ — كيف يمكن عمل دوارة الطقس ؟
٧ — زيارة إلى محطة الأرصاد فى منطقتك .
٨ — اعمل مجموعة من أعلام الطقس .

المجموعة الثالثة

استهلاك الطاقة والتحكم فيها

٧ ـ كيف نتحكم فى الطاقة الحرارية

٨ ـ كيف نتحكم فى الضوء وكيف نستخدمه

٩ ـ كيف نحصل على الكهربا وكيف نستخدمها

١٠ ـ تادية أشغال العالم

نظــرة إلى الأمــام

إن قصة الطاقة لم تنته . فلقد عرفت فى الوحدة الثانية شيئاً عن مصادر الطاقة وكيف يحصل على كثير من هذه المصادر من مخزن الأرض . وستعرف الآن لماذا يجب أن تكون مستهلكاً عاقلا للطاقة الناتجة من هذه المصادر . وكون المرء مستهلكاً عاقلا لكل شيء ، ومن ضمنه الطاقة ، لا يوفر المال فحسب بل يحفظ أيضاً مصادر الطاقة لكى تستعمل فى المستقبل . وبذلك يمسك قصة الطاقة خيطاً آخر فى قصة الحفظ .

يجب أن نستخدم وقوداً فى الشتاء لنحفظ مساكننا دافئة ، كما نستخدم فى الصيف مراوح كهربية أو تكييف هواء لتلطيف الحرارة وبذلك يكسب كثير من الناس معاشهم فى أعمال تختص بإمداد وحفظ الطــاقة الحرارية والتحكم فيها ليس فقط فى منازلنا ، بل وفى الصناعة أيضاً .

نحن فى الولايات المتحدة سعداء ، إذ أن لدينا موارد كبيرة من الفحم والزيت وأنواع الوقود الأخرى التى يمكن استخدامها فى الحصول على الطاقة الحرارية . ولكن إذا فقدنا هذه المصادر ، فربما لا تستطيع الأجيال القادمة الحصول على الراحة والرفاهية التى ننعم بها . ففى كل عام تبنى مساكن أكثر وتبعاً لذلك يزداد طلب الكهربا . إن ملايين السيارات وأجهزة استقبال التليفزيون ومعدات السكك الحديدية وإنتاج الآلات الزراعية ان هى إلا بالوعة تستنفد مصادر طاقتنا باستمرار .

وسنبحث فى هذه الوحدة تقدم كثير من القواعد العلمية التى تستخدم فى جعل مساكننا مريحة وحينما يكون لك مسكن خاص فستريده مطمئناً ومريحاً وصحياً .

وستعلم أيضاً أن الطاقة الحرارية والطاقة الضوئية والطاقة الكهربية تضبط ويتحكم فيها بوساطة أجهزة ميكانيكية . كما ستعلم كيف تنقل أجهزة تدفئة المنازل الحرارة ، وكيف تتحكم العدسات فى الضوء وتجعله مفيداً ، وكيف تستخدم الكهربا فى القيام بالأعمال الكبيرة .

٧
كيف نتحكم فى الطاقة الحرارية

أنت بطبيعة الحال تعرف أن الطاقة الحرارية نتحكم فيها فى حياتنا اليومية. ربما أخذت معك زجاجة ترموس ملئت بسوائل باردة أو بكاكاو ساخن عند ذهابك لاصطياد السمك ، أو كجزء من غذاء رحلة قصيرة . ربما تعلم كذلك أن الأوعية المصنوعة من الالومنيوم ذات القيعان غير المصقولة تنقل الحرارة أحسن مما إذا صقلت قيعانها . ويتطلب لأجل صحتنا وراحتنا ، التفكير فى التهيؤ لتغيرات درجات الحرارة خارج منازلنا . فالملابس ذات الألوان الفاتحة تعكس حرارة الشمس أكثر من الملابس ذات الألوان القاتمة . وتبين عادة صور الناس الذين يعيشون فى المدن الاستوائية ، بملابس بيضاء وقبعات ذات حافة عريضة .

وستعرف فى هذا الفصل كيف يحصل على الحرارة وكيف توزع وكيف يتحكم فيها .

المسائل التى سوف نعالجها

١ – كيف يحصل على الحرارة وكيف تقاس ؟

٢ – كيف تنتقل الحرارة من مكان إلى آخر ؟

٣ – كيف يتحكم فى الحرارة ؟

المسألة الأولى - كيف يحصل على الحرارة وكيف تقاس ؟ .

الحرارة

عندما نقول إن شيئاً ما ساخن أو بارد ، فانا نعنى أنه يظهر ساخناً أو بارداً عند لمسنا إياه . ولكن عندما يتكلم العلماء عن جسم ساخن أو بارد ،

فانهم يفكرون فى جزيئات الجسم . إن الجزيئات فى كل مادة فى حركة دائمة . وإنما يعزى دفء الهواء فى حجرة ما إلى أن جزيئاته تتحرك أسرع مما إذا كان بارداً . وبمعنى آخر ، أن درجة حرارة الهواء ترتفع عندما تزداد حركة جزيئاته ، وتنخفض درجة حرارته عندما تبطىء حركة جزيئاته . فالحرارة هى حركة جزيئية ، وهى إحدى صور الطاقة غير المرئية .

تجربة ٦٨

كيف تثبت ان الحرارة ليست شيئا ماديا ؟ .

زن بدقة كرة معدنية او قطعة من الحديد الزهر . وسخن ماء فى وعاء إلى أن يبدأ فى الغليان . ثم ضع الجسم المعدنى فى الماء الساخن لبضع دقائق ثم أخرجه من الماء وجففه ثم زنه ثانياً . قارن بين الوزنتين الأولى والثانية للجسم . هل زاد وزن الجسم المعدنى .

كل مادة لها وزن . فاذا كانت الحرارة مادة ولها وزن ، فيجب أن يزداد وزن الجسم المعدنى عندما يسخن . وبما أن وزنه لم يتغير ، فهذا يبين أن الحرارة ليست مادة تضاف إلى الجسم المعدنى .

الحرارة ـ درجة الحرارة

يجب ألا يخلط بين الحرارة ودرجة الحرارة إذ أنهما مختلفان . فربما يكون للماء فى وعاء سعة ربع جالون ، نفس درجة حرارة الماء فى خزان سعته خمسة جالونات . وبما أن الجالون الواحد يساوى أربعة أمثال ربع الجالون فتكون سعة الخزان ذى الخمسة الجالونات مكافئة لعشرين ربع جالون . فاذا ملىء الخزان سعة الخمسة الجالونات والوعاء سعة ربع الجالون بالماء عند نفس درجة الحرارة ، كانت كمية الحرارة فى الخزان سعة الخمسة الجالونات قدر كمية الحرارة فى الوعاء سعة ربع الجالون عشرين مرة . تبين درجة الحرارة شدة الحرارة فى مادة ولا تبين كمية الحرارة .

مصادر الحرارة

كل الطاقة الحرارية تأتى أصلا من الشمس . فبدون ضوء الشمس لاتنمو النباتات ولا تستطيع عمل الغذاء . وتعتمد الحيوانات فى غذائها على النباتات . وقد علمت فى الفصل السابق أن الفحم والغاز والبترول إنما هى صور لطاقة من الشمس مخزونة فى نباتات من قديم الأزل . وعندما يحترق الوقود ، فانه يطلق هذه الطاقة الآتية من الشمس منذ ملايين السنين . ولولا حرارة الشمس لأصبحت أرضنا جرداء لا يستطيع الحياة فيها نبات أو حيوان .

ولقد عرف الإنسان أن الحرارة يمكن الحصول عليها بطرق أخرى غير التى من الشمس مباشرة . فنحن نحرق الوقود لنحصل على الحرارة والضوء وكذلك نستخدم تياراً كهربياً لإنتاج حرارة فى أجهزة تسخين قطع الخبز . وقد يستخدم الاحتكاك لإشعال النار فى المعسكرات .

تجربة ٦٩

كيف يمكن الحصول على حرارة ؟

ضع مصباحاً وهاجاً كالذى يستخدم فى التصوير ليلا ، فى دائرة كهربية . صل الدائرة الكهربية ، أى أمرر التيار الكهربى والمس المصباح فى الحال . هل هو ساخن ؟ لاحظ مظهر المصباح من الداخل . ما هو التغير الذى حدث عند قفل الدائرة ؟

أدخل المسمار الثاقب بسرعة فى قطعة من الخشب الصلب سمكها حوالى بوصة . المس طرف المسمار الثاقب . هل صار ساخناً ؟

المس الجزء السفلى لأسطوانة منفاخ عجلة . ضع إصبعاً على فتحة أنبوبة المطاط . واضغط الهواء داخل ماسورة المنفاخ بعشر دفعات . المس الجزء السفلى للاسطوانة ثانياً . ما هو التغير الذى تلاحظه فى درجة الحرارة ؟

صل سلكاً من النيكروم طوله عشر بوصات ، بطرفى بطارية جافة جديدة لمدة دقيقة ، هل يسخن السلك ؟

عندما صنع المصباح الوهاج (كالذى يستخدم فى التصوير ليلا) خلخل الهواء الذى به وضغط أكسجين بداخله . ولما سخن التيار الكهربى السلك داخله ، اتحدت شعيرات الألومنيوم بالأكسجين محدثة حرارة وضوءاً . ولقد عرفت بالعملية المسماة بالتأكسد . وبذلك نتجت الحرارة من تفاعل كيميوى . وإذا أحدثت عملية التأكسد كمية كافية من الحرارة لإحداث الضوء . فتسمى العملية اشتعالا أو احتراقاً .

وإنما سخن مسمار الثاقب عند إدخاله فى الخشب الصاب بسبب قوة الاحتكاك بينه وبين الخشب .

كذلك سخنت أسطوانة المنفاخ لأن أى غاز ، مثل الهواء ، يسخن عندما يضغط . وربما كان سبب كمية الحرارة الملحوظة عند قاع الأسطوانة ، هو قوة الاحتكاك بين مكبس المنفاخ والسطح الداخلى لها .

استخدمت الكهرباء لتسخين سلك النيكروم . وفى مصباح الإضاءة الكهربية يوجد سلك بداخل انتفاخ زجاجى يفرغ من الأكسجين لمنع تأكسد السلك . ويمكن أن يعطى المصباح الكهربى ضوءاً لمدة مئات من الساعات إذا أحسن استخدامه .

قياس درجة الحرارة ؟

غالباً ما تكون معرفة درجة الحرارة بالضبط مسألة هامة . وحيث إننا غير قادرين على معرفة درجة الحرارة بدقة باستخدام حاسة اللمس عندنا ، لذلك نستخدم ترمومتراً لقياسها .

وهناك أنواع عديدة من الترمومترات تستخدم لأغراض شتى . فمثلا إذا شك فى أن عندك حمى ، فتقيس والدتك درجة حرارة جسمك بوضع ترمومتر طبى تحت لسانك . وربما يستخدم والدك نوع آخر من الترمومترات عندما يسجل درجة حرارة منزلك أثناء الطقس البارد . كما أن والدتك ربما تستخدم ترمومتر فرن عند شواء لحم .

تجربة ٧٠

كيف تبين أنه لايمكن الاعتماد على تقديرنا لدرجة الحرارة ؟

أحضر ثلاثة أوعية يسع كل وعاء حوالى ٣ أرباع جالون ولاحظ أن تكون كبيرة بحيث يمكنك وضع يديك فيها . صب ربعى جالون من ماء ساخن نوعاً فى أحد الأوعية . وأضف إلى الوعاء الثانى ربعى جالون من ماء معتدل الحرارة . وكذلك صب ربعى جالون من ماء بارد فى الوعاء الثالث .

غط أعين زميل لك بمنديل وضع إحدى يديه فى الماء الساخن والأخرى فى الماء البارد . ثم أخرج يديه من الماء بعد ١٥ ثانية واغمرهما فى الماء المعتدل الحرارة واحفظهما فيه لمدة ١٠ ثوان . ماذا عسى يكون رأيه فى درجة حرارة الماء فى كل من الأوعية ؟

لقد عمل جاليليو ، وهو عالم إيطالى ، أول ترمومتر عام ١٥٩٢ . وكان الناس قبل هذا الوقت يقدرون درجة الحرارة بوساطة حاسة اللمس التى وجد أنه لا يمكن الاعتماد عليها .

تجربة ٧١

كيف تصنع مقياسا ترمومتريا

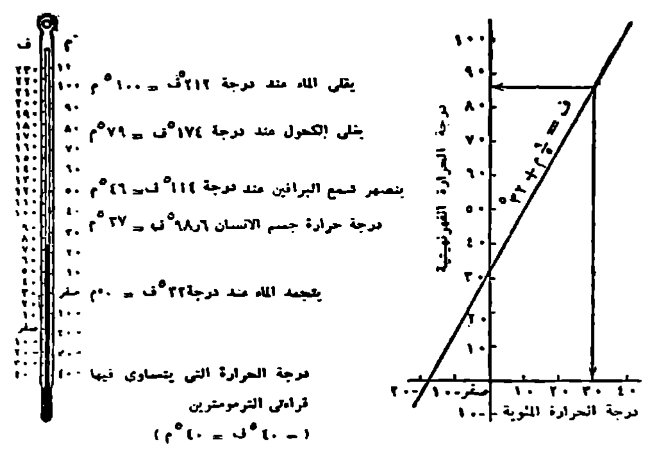
انزع الأنبوبتين الزجاجيتين من ترمومترين رخيصين واغمر المستودعين فى بخار متصاعد من ماء يغلى . ضع علامة عند أعلى نقطة يصل إليها السائل فى كل أنبوبة زجاجية . ثم ضع المستودعين فى وعاء به جليد آخذ فى الانصهار وضع علامة عند أقصى مكان يصل إليه السائل . والآن تكون قد علمت على كل من الساقين الزجاجيتين نقطتى تجمد وغليان الماء . اضبط مكان كل من الأنبوبتين فى مقياسها الأصلى إلى أن تنطبق نقطة تجمد الماء عند درجة ٣٢°. ويجب أن تكون العلامة العليا عند ٢١٢° . وبقليل من الغراء عند القمة والقاع لكل أنبوبة يمكن تثبيت الأنبوبة الزجاجية بالضبط فى مكانها ثانياً .

تداريج الترمومترات

المقياس الترمومترى فى التجربة السابقة هو التدريج الفهرنهيتى . وهو مقسم

١٨٠ قسما متساوياً بين نقطة تجمد الماء ونقطة غليان الماء . درجة تجمد الماء هى ٣٢° ودرجة الغليان هى ٢١٢° . وإذا كانت المسافة بين نقطة التجمد ونقطة الغليان مقسمة على الأنبوبة الزجاجية إلى مائة قسم متساو ، سمى التدريج المئوى . ونقطة التجمد عليه هى ٠° ونقطة الغليان هى ١٠٠° . وعلى كلا التدريجين تسمى كل قسم من الأقسام المتساوية بالدرجة . ولقراءة درجة الحرارة ، يلاحظ تدريج المقياس الأقرب إلى سطح السائل الملون .

فعلى التدريج المئوى (م) تكون الدرجة مساوية لـ $\frac{١}{١٠٠}$ من المسافة بين نقطتى تجمد وغليان الماء . أما على التدريج الفهرنهيتى (ف) ، فتكون الدرجة مساوية لـ $\frac{١}{١٨٠}$ من نفس المسافة . وبما أن مائة قسم متساو على التدريج المئوى تساوى ١٨٠ قسما متساوياً على التدريج الفهرنهيتى ، فتكون النسبة بين الدرجة الفهرنهيتية والدرجة المئوية هى $\frac{١٨٠}{١٠٠}$ أو تساوى $\frac{٩}{٥}$ عندما ختصار الكسر إلى أبسط صورة .



(شكل ٧١) يسهل وجود المقياسين الحراريين الفهرنهيتى والمئوى على نفس الترمومتر ، المقارنة بينهما . يستخدم الرسم البيانى للتحويل من مقياس إلى آخر . ماذا تقابل درجة ٣٠°م على التدريج الفهرنهيتى ؟

وكذلك يمكن تحويل درجات الحرارة من مقياس إلى آخر . ونذكر أن الصفر على المقياس الفهرنهيتى هو ٣٢ درجة فهرنهيتية تحت نقطة تجمد الماء،

٥٠ على المقياس المئوى . ولتحويل قراءة مئوية إلى قراءة فهرنهيتية ، اضرب القراءة المئوية فى $\frac{9}{5}$ ، ثم أضف ٣٢ . ولتحويل قراءة فهرنهيتية إلى قراءة مئوية ، اطرح ٣٢ ثم اضرب فى $\frac{5}{9}$. ويمكن إجراء تحويل درجات الحرارة من مقياس إلى آخر بسرعة باستخدام الرسم البيانى الموضح فى شكل ٧١ .

الحرارة تسبب التمدد

ربما قد لاحظت أنه فى الصيف ترتخى أسلاك التليفون المعلقة خارج المنزل ، بينما تكون مشدودة فى أشهر الشتاء . إن الحرارة تجعلها تتمدد ، ولذلك فانها أطول فى الطقس الحار عنها فى الطقس البارد . وربما قد لاحظت أن الفراغ بين مساحات الأسمنت المسلح المرصوف بها أرصفة الشوارع وأرضية الشوارع الرئيسية ، مملوءة بالقار . إذ أن القار يسمح لقطع الأسمنت المسلح بالتمدد عندما يسخن بحرارة الشمس .

تجربة ٧٢

كيف تثبت ان الحرارة تسبب التمدد ؟

استخدم كوبين من حجم واحد ومصنوعين من الزجاج الرقيق ، واملأ أحدهما بماء ساخن وقلب فى الآخر قطعاً صغيرة من الثلج فى ماء بارد . واتركهما لمدة ٥ دقائق ثم فرغهما وأدخل الكوب البارد داخل الكوب الساخن . حاول إخراج الكوب الداخلى بعد ٣ دقائق . هل فصلتهما عن بعض؟ والآن صب ماء معتدلة درجة حرارته فى الكوب الداخلى حتى يملأ ثلثه وأكمله بماء ساخن جداً . حاول إخراج الكوب الداخلى بعد دقيقتين . البس فى يديك زوجاً من قفاز جلدى وأفرغ الكوب الداخلى من الماء وحاول فصل الكوبين بمسك كل فى يد . هل يمكنك تفسير صعوبة فصل الكوبين ؟

قياس الطاقة الحرارية

لا يمكن قياس الحرارة بالأرطال أو بأرباع الجالون أو بالبوصات . ويجب أن تقاس بتأثيرها الناتج . فعندما نشترى فحماً أو بترولا أو غازاً لتدفئة منازلنا ، فى الحقيقة نحن نشترى الطاقة الحرارية التى يمكن الحصول عليها

من الوقود . وتقاس عادة القيمة الحرارية لوقود بوحدات حرارية بريطانية ، ويرمز لها بـ و . ح . ب . وو حدة الحرارة البريطانية هى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل من الماء درجة واحدة فهرنهيتية .

ويعطى الجدول الآتى القيم الحرارية لبعض الوقود الشائعة .

القيم الحرارية للوقود

المــادة	و . ح . ب لكل رطل
فحم نباتى أو حيوانى	١٢٧٨٠ إلى
فحم صلب	١٣٥٠٠ إلى ١٥٧٠٠
فحم لين	٩٠٠٠ إلى ١٤٩٠٠
كــوك	١٣٧٠٠ إلى ١٤٥٠٠
بترول	٢٠٠٠٠
خشب بلوط	٨٣٠٠
خشب صنوبر	٩٢٠٠

تلاحظ فى الجدول أن الطاقة الحرارية فى رطل واحد من الفحم تتراوح بين ٩٠٠٠ و . ح . ب وحوالى ١٥٠٠٠ و . ح . ب وربما يحصل الشخص الذى يشترى طناً من نوع رخيص من الفحم اللين على حوالى نصف الوحدات الحرارية التى قد يحصل عليها من طن من نوع جيد من الفحم اللين . فاذا كان منزلك يستخدم الفحم للتدفئة فمن مصلحتك أن تشترى الفحم الذى يعطى أكبر طاقة حرارية لكل دولار تدفعه . وهذا صحيح حتى إذا كان الطن من النوع الجيد من الفحم أغلى ثمناً .

وكذلك الطعام الذى تأكله له قيمة وقودية لأنه يعطى طاقة حرارية . وتقاس هذه القيمة الوقودية بالسعرات . والسعر الصغير هو كمية الحرارة التى يمتصها جرام واحد من الماء عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة مئوية . والسعر هو أيضاً كمية الحرارة التى يفقدها جرام واحد من الماء عندما تنخفض درجة حرارته درجة واحدة مئوية . والسعر الكبير يساوى ١٠٠٠ سعر صغير .

ولاحظ أن السعر الكبير يكتب بحروف كبيرة . ويعرف السعر الكبير بأنه كمية الحرارة التى يفقدها كيلوجرام من الماء عندما تنخفض درجة حرارته درجة واحدة مئوية . ويسمى أحياناً السعر الكبير بالكيلوجرام . سعر والسعر الصغير بالجرام . سعر . السعر الكبير هو وحدة الطاقة الحرارية المستخدمة فى قياس القيمة الحرارية للأطعمة .

تمتص المواد الحرارية بكميات متفاوتة

تمتص كمية أكبر من الطاقة الحرارية عندما ترتفع درجة حرارة وزن معين من الماء درجة واحدة عما يمتص عندما ترتفع درجة حرارة نفس الوزن من مادة أخرى ، درجة واحدة . وبمعنى آخر فان الماء يسخن ببطء جداً ويبرد ببطء جداً . وهذا يفسر سبب تغير درجة حرارة الهواء الذى يعلو والقريب من البحيرات الكبيرة تدريجياً .

تجربة ٧٣

هل يمتص الحديد كمية من الحرارة أكثر من الرصاص ؟

سخن أوزاناً متساوية من الرصاص والحديد فى ماء فوق لهب بنزن لمدة عشر دقائق . صب كميتين متساويتين من ماء بارد فى وعاءين . وجفف المعدنين الساخنين من الماء الساخن ثم ضع الحديد الساخن فى أحد الوعاءين المحتويين على الماء البارد والرصاص الساخن فى الوعاء الآخر . قلب الماء فى كل لمدة نصف دقيقة تقريباً . قس درجة حرارة الماء فى كل . هل للماء فى أحد الوعاءين درجة حرارة أقل ؟ ولماذا ؟

إن سعة امتصاص الحرارة تختلف لكل مادة ؛ فمثلا كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل واحد من الحديد درجة واحدة مئوية ، تكفى لرفع درجة حرارة ثلاثة أرطال وثلث رطل من الرصاص درجة واحدة مئوية . وترفع نفس كمية الحرارة درجة حرارة رطل من الماء عشر درجة واحدة مئوية.

وستعرف فى أواخر هذا الفصل أن الفروق فى مقدرة المواد على امتصاص الحرارة مهمة فى بعض أجهزة تدفئة المنازل .

اختبر معلوماتك

١ – اشرح الفرق بين الحرارة ودرجة الحرارة .
٢ – ما هى مصادر الطاقة الحرارية ؟
٣ – كيف يصنع الترمومتر ؟
٤ – كيف تحول درجات الحرارة من التدريج الفهرنهيتى إلى التدريج المئوى؟ ومن التدريج المئوى إلى التدريج الفهرنهيتى ؟
٥ – عرف الو . ح . ب ، السعر الصغير ، السعر الكبير .
٦ – كيف تختلف مقدرة المواد على امتصاص الحرارة ؟

المسألة الثانية - كيف تنتقل الحرارة من مكان الى آخر ؟

ألم تلاحظ مرة أثناء تناولك لحساء ساخن جداً ، أن يد الملعقة الفضية كانت أيضاً ساخنة جداً ولا يمكن مسكها ؟ لماذا أصبحت يد الملعقة ساخنة بهذه الدرجة مع أنها لم تكن مغمورة فى الحساء ؟ هناك ثلاث طرق تصل عن طريقها الحرارة للماء أو تؤخذ منها . وستعرف الآن هذه الطرق الثلاث المعروفة بالتوصل ، والحمل ، والإشعاع .

انتقال الحرارة بالتوصيل

عندما تتلامس مادتان مختلفتان فى درجة الحرارة ، فان الحرارة تنتقل من المادة الساخنة إلى المادة الأبرد . وبذلك يمكن انتقال الحرارة من مادة إلى أخرى . هناك بعض المواد تكسب أو تفقد الحرارة بسهولة أكثر من غيرها . وتسمى المواد التى تسمح بانتقال الحرارة خلالها ، بالمواد الموصلة . أما المواد التى لا تسمح بانتقال الحرارة خلالها فتسمى مواد عازلة . فالمعادن موصلات جيدة للحرارة ، بينما الفلين والصوف والزجاج والورق عوازل جيدة للحرارة .

تجربة ٧٤

كيف تبين أن المواد تختلف فى قدرتها على توصيل الحرارة ؟

ركب أربع قضبان من النحاس غير متساوى الأقطار ولكن لها نفس الطول . علق على كل قضيب ثلاث حلقات رفيعة من شمع البرافين مقطوعة

من طرف شمعة واجعل المسافات بينها متساوية . ضع لهب مصباح بنزن أو مصباح كحولى تحت الأطراف المقابلة للقضبان. استخدم ساعة لقياس الزمن اللازم لصهر حلقات البرافين . لماذا لا تنصهر الحلقات فى نفس الوقت ؟

أعد التجربة بعد قطع ثلاثة من القضبان بحيث لا تتساوى فى الطول . كيف تختلف النتائج عن النتائج التى حصلت عليها فى التجربة الأولى ؟

كرر التجربة مستخدماً قضباناً من الحديد أو الألومنيوم ، متساوية الطول كقضبان النحاس المستخدمة أولا . أى المعادن أسرع فى توصيل الحرارة ؟

استخدم قضباناً زجاجية لمعرفة مقدرة الزجاج على توصيل الحرارة .

ركب الآن قضباناً من النحاس والحديد والزجاج متساوية القطر والطول وكرر التجربة . ما التعليل الذى تراه معقولا ؟

فى الجزء الأول من التجربة كانت أطوال وأقطار القضبان متساوية ، كما استخدمت نفس الكمية من الحرارة . وكان نوع مادة القضبان هو العامل المتغير الوحيد . وأدت هذه التجربة المتحكم فيها إلى استنتاج أن المواد المختلفة توصل الحرارة بمعدلات مختلفة .

عندما يكون اللهب تحت أطراف القضبان ، فان جزيئات الأطراف الساخنة تبدأ فى التحرك بسرعة أكبر وتصطدم الجزيئات الساخنة بالجزيئات الأبرد ، الأقل نشاطاً ، وتسبب حركتها بسرعة أكبر ، وتستمر هذه العملية فى قضبان الحديد والألومنيوم خلال القضيب . وتنصهر أخيراً حلقات الشمع بالحرارة المنتقلة من مجموعة من الجزيئات إلى الجزيئات التى تليها . ويسمى انتقال الحرارة بهذه الطريقة من جزيئات إلى جزيئات مجاورة لها بالتوصيل الحرارى .

تمدد المعادن المسخنة

تتمدد المعادن بدرجات متفاوتة عند تسخينها . فلكى تحفظ الساعة التوقيت الصحيح طول العام ، يجب ضبط رقاصها لدرجات حرارة مختلفة .

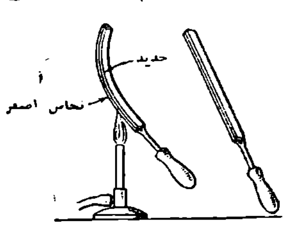
ويستطيع رقاص الساعة أن ينظم حركتها لأن المعادن التى تسخن إلى نفس درجة الحرارة تتمدد بكميات مختلفة .

إذا لصق شريطان من معدنين يختلفان فى تمددهما ، فيكونان ما يعرف بالقضيب المركب . فعند تسخين القضيب ، يتمدد أحد الشريطين أسرع من الآخر ، وبذلك يتقوس القضيب ويكون شريط المعدن السريع التمدد على المنحنى من الخارج .

تجربة ٧٥

كيف تبين تأثير تسخين قضيب مركب ؟

استخدم لهب مصباح بنزن أو لهب شمعة لتسخين السطح السفلى لقضيب مركب . هل تستطيع معرفة المعدنين الملصقين ببعضهما ؟ وأيهما يتمدد أسرع من الآخر ؟ اترك القضيب ليبرد أو غطه بمنشفة مبتلة لتمتص الحرارة فى أى اتجاه يتقوس القضيب ؟



(شكل ٧٢) هذا القضيب المركب مكون من الشبه والحديد . أى المعدنين يتمدد أسرع من الآخر بالتسخين ، الحديد أم الشبه ؟

تستخدم نظرية القضيب المركب فى المنظم الحرارى . والمنظم الحرارى هو جهاز أوتوماتيكى ينظم درجة الحرارة داخل المبانى . وعندما يتقوس قضيب المنظم الحرارى فانه يقفل وصلة كهربية فيبدأ سخان فى التسخين . وعندما يسخن الهواء إلى الدرجة المطلوبة ، يستقيم القضيب ويفتح الوصلة الكهربية ويقف السخان عن العمل . وبذلك فان المنظم الحرارى المنزلى يجعل المنزل مريحاً أثناء الطقس البارد .

والمنظم الحرارى لجهاز التبريد فى السيارة يمنع سريان الماء حتى ترتفع درجة حرارة الماء إلى الدرجة التى تعمل عندها الآلة بكفاية . وحينئذ ينفتح المنظم الحرارى ويسرى الماء خلاله لمنع ارتفاع درجة الحرارة إلى درجة كبيرة . ويساعد المنظم الحرارى على التحكم فى انتقال الحرارة .

منع انتقال الحرارة

ليس الهواء جيد التوصيل للحرارة . وبذلك فالهواء المحبوس بين إطارى النافذة يقلل من كمية الحرارة المفقودة من منازلنا فى فصل الشتاء . ولنفس السبب تدفئنا الملابس الصوفية ذات المسافات الواسعة بين خيوطها ، إذ يمنع الهواء فى هذه المسافات تسرب الحرارة من الجسم . وتبنى منازل كثيرة بمواد عازلة فى كل الجدران الخارجية وتحت السقف . إذ يحتوى مثل هذا العازل على ملايين من المسافات الهوائية المتناهية الصغر . كما تجهز أيضاً أنابيب السخانات والثلاجات الكهربية والأفران بمواد عازلة . ويحافظ عادة على موائد حجرات الأكل باستخدام لوح عازل قبل وضع الأطباق الساخنة عليها .

انتقال الحرارة بطريق الحمل

لقد علمت عندما درست الطقس ، أن الهواء البارد أكبر كثافة من الهواء الساخن . وأن الفروق فى درجة الحرارة هى التى تسبب حركات الهواء التى تسبب هبوب الرياح . وستساعدك التجربة التالية على معرفة أن تيارات السائل كتيارات الهواء تماماً ، يمكنها نقل الحرارة بالحمل .

تجربة ٧٦

كيف أن تيارات السائل تنقل الحرارة ؟

زن بدقة وعاءين مثل زجاجتى لبن سعة كل وعاء ربع جالون . سخن زجاجة بحيث لا تنكسر عند صب ماء ساخن فيها . ثم املأها بماء ساخن . صب حجماً مساوياً من ماء بارد فى الزجاجة الأخرى . زن كلتا الزجاجتين جيداً . قارن بين الوزنين ؟

ضع قليلا من نشارة الخشب من مبراة أقلام رصاص ، فى كأس من زجاج البيركس مملوءة تقريباً بالماء ثم قلب المحلول . واترك النشارة لتسكن . استخدم مصباح بنزن فى تسخين أحد جوانب الكأس لمدة ثلاث دقائق . لماذا تتحرك النشارة فى مسارات منحنية ؟

تتمدد السوائل والغازات عند تسخينها ، وتكون الأجزاء الساخنة أقل كثافة من الأجزاء الباردة . إن بوصة مكعبة من سائل أو غاز ساخن تزن أقل من وزن بوصة مكعبة من نفس المادة فى درجة حرارة أقل. وحيث إن الأجزاء الباردة ثقيلة ، ولذلك فانها تجذب إلى أسفل بقوة الجاذبية الأرضية وتدفع الحجوم الساخنة إلى أعلى وبذلك تتكون تيارات الحمل التى تنقل الحرارة من مكان إلى آخر .

انتقال الحرارة بالاشعاع

عندما يضاء مصباح كهربى فان الهواء المحيط به يسخن وترتفع تيارات الهواء الساخن حول المصباح مع أنك تشعر بالحرارة على بعد بضع بوصات تحت مصباح مقلوب . وتأتينا الطاقة الحرارية من الشمس بنفس الطريقة التى تصل بها الحرارة ليدنا تحت مصباح كهربى مضاء . ومع أن الشمس تبعد عنا بمسافة ٠٠٠ ٠٠٠ ٩٣ ميل تقريباً ، إلا أن الطاقة تقطع المسافة من الشمس إلى الأرض فى حوالى ثمان دقائق .

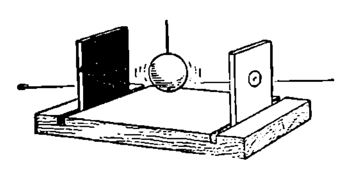
تجربة ٧٧

كيف تثبت أن أشعة الشمس تنقل طاقة حرارية ؟

اقطع ورقة كبيرة إلى أجزاء صغيرة وضع القصاصات على قالب طوب أحمر أو على قطعة من الاسبستوس . أمسك بعدسة قراءة كبيرة بين الورق والشمس ، وحركها بعيداً عن الورق حتى تصير البقعة الضوئية على الورق صغيرة جداً . ثبت العدسة عند هذا الوضع لعدة دقائق . لماذا يبدأ الورق فى الاحتراق ؟ هل سخنت عدسة القراءة ؟

تسمى الطريقة التى بوساطتها تنتقل حرارة الشمس إلى الورق بالإشعاع كما تعرف مثل هذه الطاقة الحرارية بالطاقة الإشعاعية . وتقرر شركات التأمين أن بعض المنازل قد اشتعلت بالنيران بوساطة الطاقة الإشعاعية الآتية من الشمس خلال حوض سمك ملون غير مملوء بالماء .

تشع الأجسام الساخنة حرارة فى خطوط مستقيمة فى جميع الاتجاهات . عندما تسقط الأشعة الحرارية على مادة لا تستطيع النفاذ خلالها ، فانها تمتص وتسبب حركة جزيئات المادة بسرعة أكبر . تذكر أن الحرارة هى حركة الجزيئات . وانه كلما ازدادت سرعة الجزيئات ، ارتفعت درجة الحرارة . وكلنا نعرف أن الحرارة المشعة من الشمس تدفىء أرضنا .



(شكل ٧٣) تشع الكرة الساخنة المتساوية البعد من كل من اللوحين طاقة إشعاعية فى جميع الاتجاهات. تنصهر حلقة البرافين على اللوح المسود أسرع من الحلقة التى على اللوح اللامع

ويمكن توضيح إحدى تأثيرات الإشعاع بوضع لوحين من الزجاج والألومنيوم كما هو واضح فى شكل ٧٣ . وتلصق حلقة رقيقة من شمع البرافين على السطح الخارجى لكل لوح فى منتصفه . ويسود السطح الداخلى لأحد اللوحين بوساطة صناج . فعندما تعلق كرة معدنية ساخنة فى منتصف المسافة بين اللوحين ، تذوب أولا قطعة البرافين على اللوح المسود . يحدث هذا لأن السطوح ذات الألوان القاتمة تمتص حرارة الاشعاع أسرع من سطوح بعض المواد ذات الألوان الناصلة (الفاتحة) وإذا كان السطح خشناً فضلا عن أنه قاتم اللون كذلك ، فان طاقة الاشعاع تمتص بسرعة أكبر . ويذوب الجليد المغطى بصناج أو تراب أسرع من الجليد ذى السطح النظيف .

اختبر معلوماتك

١ — اذكر الطرق التى يمكن أن تنتقل بها الحرارة .

٢ — اشرح تركيب وطريقة عمل قضيب مركب .

٣ — كيف تنتقل الحرارة فى مدرستك ؟

٤ — فسر لماذا تطلى خزانات البنزين الكبيرة بلون فاتح .

٥ — لماذا تشعر عادة ببرودة أكثر عندما تقف عند قاع سلم المنزل عما إذا كنت فى حجرة بالقرب من نهاية سلم المنزل ؟

٦ – لماذا يكوم الناس أوراق الأشجار والقش حول الأشجار الصغيرة عندما تسقط ويزيلونها فى الربيع التالى ؟

المسألة الثالثة – كيف يتحكم فى الحرارة ؟

منعاً لإضاعة الوقود فى تسخين منازلنا ، يجب أن نعرف كيف نتحكم فى انتقال الحرارة . وعندما تسخن منازلنا بعناية ، فان ذلك لا يوفر علينا الوقود والمال فحسب ، بل تصبح منازلنا صحية ومريحة كذلك . وسندرس الآن طرقاً تستخدم للتحكم فى الحرارة .

الطرق القديمة لتدفئة المنازل

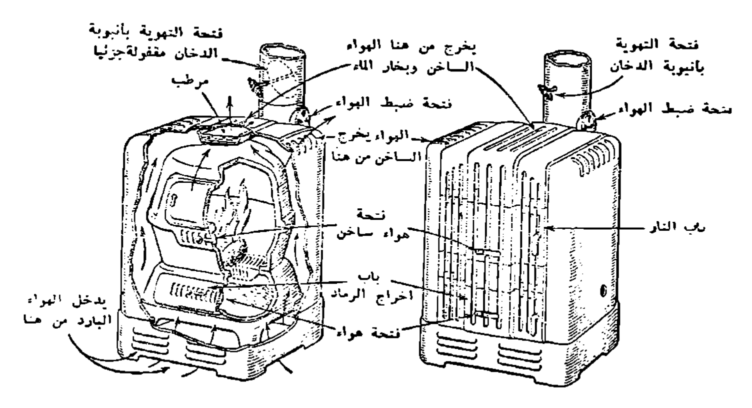
كان للأكواخ الهندية فتحة فى السقف لتسمح بخروج دخان النار المكشوفة فى الكوخ . وكانت مساكن الأمريكيين القدماء تدفأ شتاء بمدفأة مكشوفة . وكان فى حجرات كثيرة مدافىء على الجوانب مجهزة بمداخن لطرد الدخان .

وقد حسّن بنيامين فرانكلين تصميم المدفأة بوضع صندوق حديدى صغير بداخلها . يشع الحديد الساخن ، الممتد فى الحجرة ، حرارة أحسن من الطوب الأحمر . وتسخن طبقات الهواء القريبة من الحديد وتتحرك تيارات الحمل الهوائية داخل الحجرة . وتدفىء الحرارة المشعة من المدفأة ، الأثاث وجدران الحجرة التى بدورها تفقد جزءاً من حرارتها إلى الهواء .

ولتقليل فقد الحرارة خلال مدخنة المدفأة ، يمكن إمرار هواء الحجرة خلال إطار حول صندوق المدفأة (الصندوق الذى بداخله الوقود المشتعل) . تدفىء تيارات الحمل حجرة ما بانتظام أكثر وأسرع من الاشعاع . وعادة يسمح للهواء النقى البارد الذى فى الخارج بالمرور فى أنابيب أو من فتحات فى الجدار خلف المدفأة وفوق صندوق المدفأة . وعندما يسخن الهواء النقى بتأثير المدفأة يمر خلال فتحات فى أعلى وفى جوانب مكان المدفأة ومنها إلى الحجرة . وتسمى مثل هذه الطريقة الحديثة للتدفئة بمدفأة مهواة .

تدفىء المواقد منازل كثيرة

إن الموقد الحديث محاط بغطاء من الصاج أكبر نوعاً من الموقد . يسخن الهواء الذى بين الموقد والغطاء بتأثير نار الوقود محدثاً تيارات حمل فى الحجرة .



(شكل ٧٤) تتبع مرور تيار الهواء من نقطة دخوله عند قاعدة الموقد إلى أن يتركه عند القمة

كما أن الموقد وغطاءه يشعان حرارة . ادرس شكل ٧٤ لتعرف كيف يدخل الهواء البارد بالقرب من أرض الحجرة وكيف يسخن بوساطة الموقد .

ولتدفئة منزل بمدفأة أو بموقد مضارها . فالمدفأة أو الموقد كل يحتاج إلى تنظيف دائم وإلى ملئه بالوقود . كذلك فهو يدفىء جزءاً من المنزل فقط ثم إنه لا يعطى حرارة منتظمة . وتدفأ كثير من المنازل حديثاً بحرق وقود فى فرن موجود فى الدور الأرضى فى المنزل .

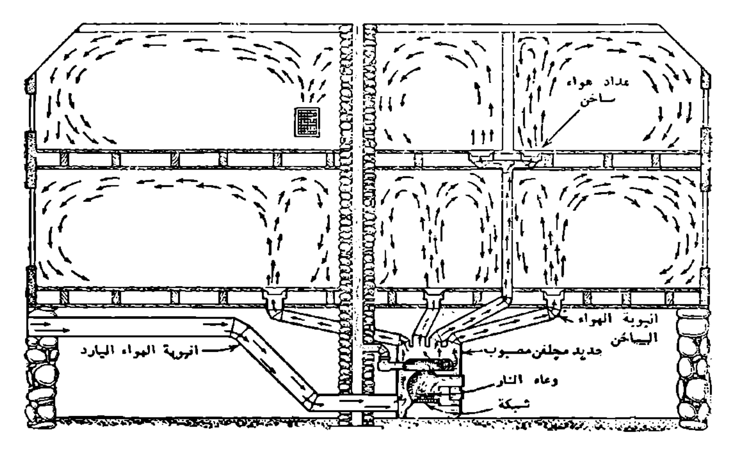
وتدفأ المنازل الكبيرة بوساطة أفران يحرق فيها الفحم أو الكوك أو الغاز أو البترول . وتنقل الطاقة الحرارية من اشتعال الوقود إلى الحجرات فى جميع أجزاء المبنى بوساطة الهواء الساخن أو الماء الساخن أو البخار .

اجهزة الهواء الساخن

إن فرن الهواء الساخن فى الحقيقة هو موقد كبير . ويختلف عن الموقد فى أن الغلاف الذى حوله له فتحات كبيرة بالقرب من القمة . ويوجد فى أحد أنواع أفران الهواء الساخن أنابيب تؤدى من الفتحات إلى حجرات المنزل المختلفة . ويمر الهواء الساخن خلال الأنابيب بالحمل . ويوضع طرف الأنبوبة فى كل حجرة عاليا على الحائط ، وتغطى فتحة الحائط بإطار ذى فتحات .

وهناك مروحة بالقرب من الفرن تدفع الهواء خلال الأنابيب بعد مروره على الفرن الساخن . ويوجد بالقرب من المروحة شبكة سلكية أو مرشحات من خيوط زجاجية لتنقية الهواء من الأتربة عند ضغطه فيها . وتسمح فتحات القاعدة للهواء البارد الأثقل أن ينقل إلى الفرن ليسخن ثانية .

ويمكنك الآن أن تعرف أن أجهزة الهواء الساخن تنقل الحرارة من الفرن إلى الحجرات البعيدة بوساطة تيارات الحمل . وتوجد عادة الأنابيب التى تحمل الهواء الساخن فى الجدران الداخلية وتتصل الأنابيب التى تعيد الهواء البارد إلى الفرن بفتحات أرضية بالقرب من الجدران الخارجية . ويسمح للهواء الخارجى بالدخول إلى جهاز التسخين من أنبوبة تؤدى إلى فتحة فى جدار الدور الأرضى .



(شكل ٧٥) يسخن الهواء النقى فى جهاز تسخين الهواء الساخن ، ثم يسرى فى المنزل بطريق الحمل . هل يمكنك تتبع تيارات الحمل ؟

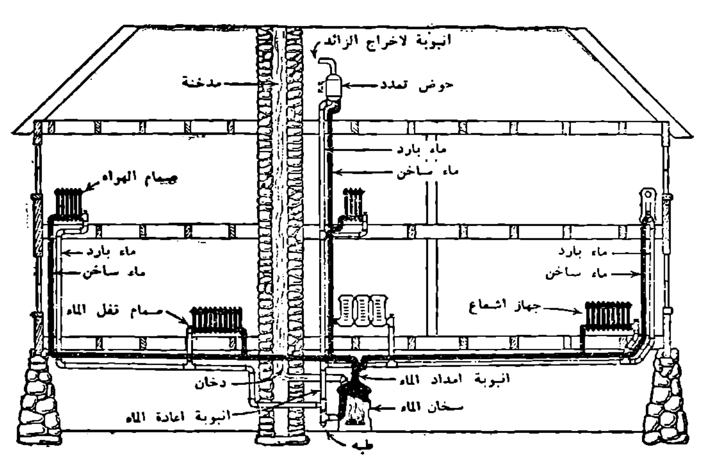
وهناك نوع آخر مختلف نوعاً عن فرن الهواء الساخن ويسمى بالفرن عديم الأنابيب . فعندما يعمل هذا الفرن عديم الأنابيب بالقرب من وسط الدور الأرضى ، تسمح فتحة فى السقف فوق الفرن لتيارات الحمل أن ترتفع خلال الجزء الداخلى لها ، وينزل الهواء البارد من خلال الجزء الخارجى للفتحة وينتقل الهواء الساخن من حجرة لأخرى خلال الممرات. وتفتح أحياناً فتحات

فى أسقف حجرات الدور الأول لتمكن تيارات الهواء الساخن من الوصول إلى حجرات الدور الثانى .

اجهزة الماء الساخن

تعمل أجهزة تدفئة الماء الساخن بطريقة تشبه إلى حد كبير أجهزة تدفئة الهواء الساخن . فيحاط الفرن فى الدور الأرضى بغلاف به ماء بدلا من الغلاف المملوء هواء . والأنابيب التى تحمل الماء الساخن أصغر بكثير من تلك اللازمة لحمل الهواء الساخن . وتذكر أنه عندما ترتفع درجة حرارة الماء ، تمتص كمية كبيرة من الحرارة وعندما يبرد الماء الساخن تنطلق كمية كبيرة من الحرارة .

وتعمل طرق انتقال الحرارة بالحمل والتوصيل والإشعاع كلها فى أجهزة تسخين الماء . ويترك الماء الساخن المرجل ببطء نافذاً خلال أنابيب متصلة بالجزء العلوى منه . وينزل الماء البارد الأثقل خلال أنابيب متصلة بالجزء السفلى للمرجل ويساعده فى دفع الماء الساخن إلى أعلى . وتتكون أجهزة



(شكل ٧٦) فى جهاز تسخين الماء ، يسرى الماء الساخن خلال الأنابيب وأجهزة الإشعاع بطريق الحمل . هل يمكنك تتبع مسار الماء من السخان حتى يعود إليه ؟

الإشعاع فى حجرات المنزل من أنابيب معدنية مجوفة مشكلة بحيث يكون لها مساحة سطحية كبيرة معرضة للهواء . ويفقد الماء الساخن المار فى أجهزة

الإشعاع كمية كبيرة من الحرارة بالتوصيل فى أجهزة الإشعاع المعدنية . ثم بنقل المعدن الحرارة إلى الهواء الملامس له ثم توزع تيارات الحمل الحرارة إلى كل الحجرة . وكذلك تنتقل الحرارة من أجهزة الاشعاع بطريق الإشعاع .

ويمكنك التفكير فى الخطوة التالية . فبعد فقد الماء لكثير من حرارته إلى أجهزة الإشعاع يرجع الماء البارد الأثقل ببطء إلى المرجل . حيث يسخن الماء ثانياً ويبدأ الحركة ثانياً إلى أعلى حاملا الحرارة إلى الأدوار التى تعلو الفرن .

ويجب أن يكون لجهاز تسخين المياه خزان للتمدد . فلقد عرفت أن الحرارة تسبب تمدد أشياء كثيرة . فاذا أشعلت النار فى فرن جهاز ماء ساخن ليس له خزان تمدد ، فان قوة الماء المتمدد تفجر بعض أجزاء جهاز التسخين وفى هذه الحالة ستتسرب المياه من الجهاز .ولمنع حدوث ذلك يوصل خزان مملوء جزئياً بالهواء بمجموعة أنابيب الماء . فعندما يتمدد الماء الساخن ، يزداد حجم الماء فى خزان التمدد ضاغطاً الهواء فيه . ويضغط الهواء المضغوط على الماء فى الأنابيب وبذلك يساعد على سريان الماء خلال الجهاز .

وكثير من المساكن الحديثة لها مضخات مائية بالقرب من الفرن لتساعد على سريان الما الساخن . وبهذه المضخة يمكن حفظ أجهزة الإشعاع فى الطابقين الثانى والثالث أسخن مما إذا اعتمد فى سريان الماء على تيارات الحمل وحدها .

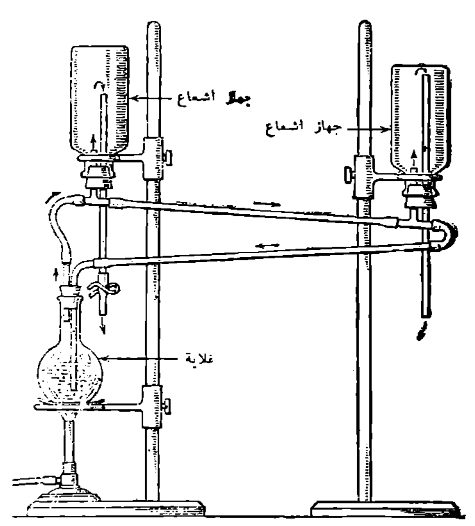
أجهزة التدفئة بالبخار

تدفأ بعض المنازل بأجهزة تسخين بخارية . ويملأ المرجل فى جهاز التسخين بالبخار جزئياً بالماء . ثم يحول وقود الفرن الماء إلى بخار ، الذى يمر خلال أنابيب وأجهزة الاشعاع .

تجربة ٧٨

كيف تعمل جهاز تسخين بالبخار ؟

استخدم زجاجات سعة $\frac{1}{8}$ جالون وأنابيب زجاجية ومطاطية لتركيب الجهاز المبين فى شكل ٧٧ . وتأكد من أن الأنابيب الزجاجية مائلة إلى



(شكل ٧٧) يوضح هذا النموذج جهاز التسخين بالبخار وكيف تنتقل الحرارة بالبخار المار من المرجل إلى أجهزة الإشعاع بالحجرات

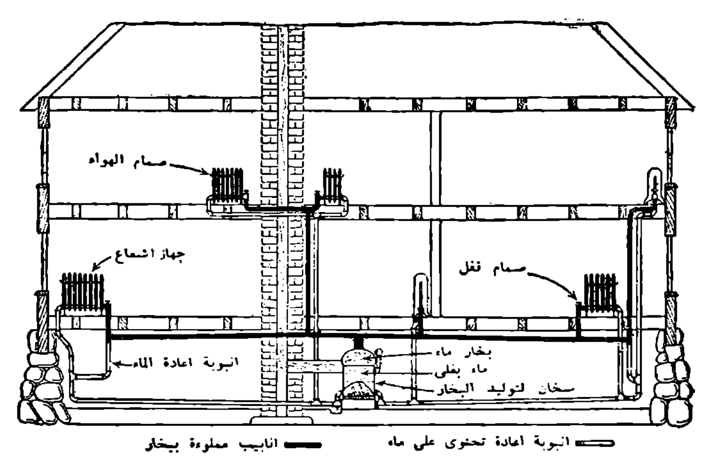
أسفل كما هو مبين فى الشكل . املأ المرجل إلى حوالى نصفه بالماء ولاحظ أن جهاز الإشعاع الذى إلى اليسار مفتوح . سخن الماء إلى درجة الغليان . ما سرعة وصول البخار إلى أعلى جهاز إشعاع ؟

لقد وجد العلماء بتجربة دقيقة ، أن رطلا من الماء فى درجة ٢١٢°ف تحتاج إلى ٩٧٢و.ح.ب لتحويله إلى بخار . ولا تتغير درجة حرارة الماء أثناء غليانه فى وعاء مكشوف ، فهى دائماً ٢١٢° ف ، أو ١٠٠°م عند سطح البحر .

وفى التحول إلى بخار ، يتمدد الماء حوالى ١٧٥٠ مرة إذا سخن الماء فى وعاء مكشوف وبذلك فبوصة مكعبة من الماء تنتج حوالى قدم مكعبة من البخار (قدم مكعبة تساوى ١٧٢٨ بوصة مكعبة) .

وفى مرجل جهاز التسخين بالبخار ، لا تتمكن جزيئات البخار من التسرب إلى الهواء لأن الجزيئات مضغوطة بجوار بعضها البعض ولذلك فالبخار يبدى ضغطاً . ويتحرك البخار بسرعة خلال أنابيب جهاز التدفئة ويصل إلى أجهزة الإشعاع قبل أن يفقد كثيراً من حرارته . ويستخدم البخار عادة عندما يراد نقل الحرارة إلى أجزاء بعيدة عن الفرن فى مبنى كبير .

وبما أن البخار يمتص ٩٧٢ و . ح . ب لكل رطل عندما يتكون من غليان ماء فانه يطلق ٩٧٢ و . ح . ب لكل رطل عندما يتكثف . ويرجع الماء المتكثف إلى المرجل ، فى جهاز التسخين بالبخار ، من أجهزة الإشعاع بوساطة أنابيب التوصيل . فيحول إلى بخار مرة أخرى فى المرجل ويعيد الدورة ثانية .



(شكل ٧٨) يسرى البخار فى جهاز التدفئة بالبخار تحت ضغط إلى أجهزة الإشعاع. وهنا يتكثف إلى ماء معطياً الطاقة التى امتصها من الوقود المحترق فى الفرن. ويسرى الماء المتكثف من البخار ثانياً إلى المرجل.

بعض الأجزاء الضرورية فى جهاز التدفئة بالبخار

هناك بعض الأجزاء الخاصة التى يحتاج إليها فى جهاز التدفئة بالبخار . فأحدها هو صمام الأمان الذى يسمح بتسرب جزء من البخار من المرجل والأنابيب إذا زاد الضغط زيادة كبيرة . وربما ينفجر المرجل بدون صمام الأمان . وهناك جزء آخر فى جهاز التدفئة بالبخار وهو مقياس مائى ليبين كمية الماء الموجودة فى المرجل فى أى لحظة ويجب أن يزود كل جهاز إشعاعى بصمام ليتسرب منه الهواء عندما يدخل البخار فى جهاز الإشعاع . ويظل الصمام مفتوحاً ما دام تسرب الهواء البارد ويقفل عندما يسخن بوساطة البخار وذلك حتى لا يتسرب البخار إلى الخارج .

أجهزة التدفئة بالبخار

يسمى جهاز التدفئة بالبخار الذى يستخدم فيه ضغط منخفض لخفض درجة غليان الماء بجهاز تدفئة بخارى. وستساعدك التجربة التالية فى فهم طريقة عمل هذا الجهاز .

تجربة ٧٩

كيف تجعل الماء يغلى فى درجة حرارة أقل من ٢١٢°ف ؟

املأ قارورة إلى حوالى نصفها بالماء وسخنه. وقبل أن يبدأ الماء فى الغليان ، بلل ترمومتراً وأدخل ساقه فى سداد مطاطى ذى ثقب واحد يدخل بإحكام فى فوهة القارورة . اسمح للماء أن يغلى بشدة إلى أن يخرج البخار من فوهة القارورة مبيناً أن كل الهواء قد طرد من القارورة . أبعد اللهب واقلب القارورة كما هو مبين فى شكل ٧٩ وبوساطة قطعة من الاسفنج اسكب ماء بارداً على القارورة . ما هى قراءة الترمومتر ؟ استمر فى تبريد القارورة حتى يكف الماء عن الغليان . لماذا يغلى الماء مع أن درجة الحرارة أقل من ٢١٢° ف ؟



(شكل ٧٩) يغلى الماء فى درجة ٢١٢° ف ولكن يغلى فى درجة أقل عندما يقل الضغط

عندما يطرد الهواء من جهاز التسخين بالبخار ويحفظ بعيداً عن الجهاز ، فان الماء يغلى فى درجة حرارة أقل نظراً لقلة الضغط على سطح الماء ويسرى بخار الماء فى الأنابيب وأجهزة الإشعاع أسرع مما فى جهاز التسخين ببخار الماء العادى. وبذلك فلا يحتاج إلى أن تكون نار الموقد قوية جداً لاستمرار غليان الماء وتبخيره .

مزايا وعيوب أجهزة التدفئة

ان أجهزة الماء الساخن بطيئة فى توزيع الحرارة فى بدء تشغيلها . ولكن تتأثر ببطء للتغيرات المفاجئة فى درجة الحرارة الخارجية . وكذلك فهى تكلف كثيراً فى استخدامها . وتثبت درجة حرارة جهاز الماء الساخن عندما تأخذ حجرات المنزل درجة حرارة مناسبة ، وهى اقتصادية فى استهلاك الوقود . ومن عيوبها أنها ليست متصلة بأى طريقة بمصدر للهواء النقى لتهوية المسكن .

وبالمثل جهاز التسخين بالبخار فهو بطىء فى إمداد الحرارة فى بدء تشغيله ،

لأنه لا يحصل على حرارة قبل الوصول إلى درجة تبخر الماء . وعندما يستخدم الجهاز بكامل قوته ، فإنه يحتاج إلى أجهزة إشعاع أصغر من التى تستخدم مع جهاز الماء الساخن ، ويطلق بخار الماء كمية كبيرة من الحرارة عندما يتكثف فى أجهزة الإشعاع . وجهاز التسخين البخارى أرخص فى الاستعمال من جهاز الماء الساخن ويعطى كمية هائلة من الحرارة بالنسبة إلى كمية الوقود المحترقة . ولكن فى الطقس المعتدل ، نجد أن أجهزة الإشعاع إما ساخنة جداً أو باردة . وليس لجهاز التسخين البخارى أى طريقة لإدخال الهواء النقى فى المنزل .

أما أجهزة التدفئة بالهواء الساخن فهى أرخص فى الاستعمال من أجهزة التدفئة بالماء الساخن أو بالبخار . ويبدأ جهاز الهواء الساخن بسرعة فى إمرار الهواء الساخن عند تشغيله . ويتأثر بسرعة للتغيرات المفاجئة فى درجة الحرارة الخارجية . ولكنه يمد المنزل باستمرار بهواء نقى . وتكاليف استعمال جهاز الهواء الساخن أكثر من تكاليف استخدام الأجهزة الأخرى . وإن لم يكن بحالة جيدة ، فتتسرب منه الغازات والدخان إلى الهواء . وفى طقس بارد وبه رياح لا يكون المنزل غير المعزول حرارياً أو المجهز بنوافذ محكمة ، مريحاً فى الناحية المقابلة للريح .

ويمكن استخدام غاز الاستصباح أو الفحم أو الكوك أو البترول كوقود لأى من أجهزة التسخين السابق شرحها . وقد أصبحت مواقد البترول شائعة الاستعمال لأنها نظيفة وذات كفاية حرارية كبيرة وتعطى من تلقاء نفسها كميات ثابتة من الحرارة أما المواقد التى تشتعل بالغاز ، فهى فى طريقها إلى الذيوع فى المناطق التى يوجد فيها غاز الاستصباح ، فهى أيضاً نظيفة وذات كفاية عالية .

اجهزة الاشعاع الحرارى

كان يستخدم أحياناً فى أيام جدتك ، قوالب الطوب الأحمر المسخنة فى فرن ثم تلف فى ورق أو قطعة قماش لتدفأ بها الأقدام أثناء أشهر الشتاء وكانت الحرارة التى تمدها هذه القوالب الساخنة هى حرارة إشعاعية . وتدفأ

اليوم بعض المساكن ومبانى المصالح بالطاقة الإشعاعية . وربما قد دخلت فى يوم بارد فى حجرة دافئة مريحة وبحثت مندهشاً عن مصدر الحرارة خصوصاً وانك لم تر أجهزة إشعاع أو أى أجهزة أخرى للتدفئة . فربما كانت الحرارة آتية من ماء ساخن مار فى أنابيب موضوعة تحت الأرض أو الجدران أو الأسقف ، وتوضع هذه الأنابيب أثناء بناء المنزل ويمكن تركيبها فى أى مواد بنائية عادية كالخشب أو الطوب أو الحجر أو Stucco أو الأسمنت المسلح . ويوزع الماء الساخن المار خلال الأنابيب الملتفة طاقة الاشعاع الحرارية فى كل أجزاء المنزل .

(شكل ٨٠) الطاقة الحرارية المشعة من الماء أو الهواء الساخن المار فى ملفات مرصوصة فى السقف أو الأرض أو الحائط ، تمد كل الغرفة بحرارة مناسبة

والفرق الرئيسى بين التدفئة بهذه الطريقة وطريقة التدفئة العادية بالماء الساخن هو أنه بدلا من المساحات الصغيرة ذات درجة الحرارة المرتفعة كأجهزة الإشعاع فهناك مساحات كبيرة ذات درجة حرارة معتدلة مثل الجدران والأرضيات والأسقف . ويسخن الماء بنفس الطريقة التى يسخن بها فى أى جهاز آخر للتدفئة بالماء الساخن . فمجموعة من الأنابيب مركبة على لوح خشبى بالقرب من الأرض بدلا من ملفات من الأنابيب فى الجدران أو الأرضيات أو الأسقف ، يكون لها نفس التأثير . وتدفع مضخة الماء الساخن خلال الأنابيب المختفية داخل البناء أو التى على اللوح.

ويمكن استخدام هواء ساخن بدلا من ماء ساخن فى جهاز التدفئة المشع وكما علمت فانه يمكن رفع درجة حرارة الهواء أسرع من الماء . وكذلك تتحرك تيارات الحمل الهوائية أسرع من تيارات الحمل المائية . وتثبت أحياناً أجزاء الجدران التى توضع للزينة على بعد عدة بوصات من الحائط وبذلك يمر الهواء الساخن فى الفراغ بين الجدارين .

الحرارة من الأرض

من المعلوم أن درجة حرارة الأرض تتغير تحت خط التجمد قليلا جدا أثناء العام . وقد أجرى مهندسو التدفئة تجارب مستخدمين نوعاً من أجهزة التدفئة المنزلية يسمى مضخة حرارية . فدفنت ملفات من الأنابيب تحت سطح الأرض بالقرب من منزل ودفع سائل فيها بوساطة مضخة . فيمتص السائل الحرارة من الأرض المحيطة به وينقلها إلى داخل المنزل شتاء ، وتوزع الحرارة داخل المنزل مجموعة من الأنابيب شبيهة بتلك المستخدمة فى الإشعاع الحرارى . وعندما تنخفض درجة الحرارة داخل المنزل فى الشتاء إلى حوالى ٧٠°ف ، تبدأ المضخة فى العمل . وفى الطقس البارد جداً يرفع فرن درجة حرارة السائل إلى درجة أعلى . وتبدأ المضخة فى العمل أثناء أشهر الصيف عندما ترتفع درجة الحرارة فى الداخل إلى حوالى ٧٣° ف . إذ تدفع سائلا بارداً من تحت سطح الأرض فى نفس مجموعة الأنابيب المستخدمة لتدفئة المنزل شــتاء . فيمتص السائل البارد الحرارة الزائدة غير المرغوب فيها ويحملها إلى الأرض . وبذلك تستخدم درجة حرارة الأرض الثابتة ليبقى المنزل من الداخل مريحاً طول العام .

وصممت مضخة حرارية لامرار سائل مبرد فى الملفات تحت سطح الأرض ، فيمتص السائل الحرارة تحت سطح الأرض وعندما يدفع إلى المنزل يضغط وبذلك ترتفع درجة حرارته . ثم يدفع نافخ هوائى هواء المنزل على الملف الذى يمر فيه السائل المبرد الساخن وبذلك يسخن الهواء نظراً للحرارة التى يمتصها من السائل المبرد . وتعكس العملية صيفاً .

اختبر جهاز التدفئة فى منزلك . كيف توزع الحرارة على الحجرات المختلفة ؟ وهل يمد جهاز التدفئة بالهواء النقى ؟ ماذا يجب عمله للحصول على مزيد من الحرارة عندما تنخفض درجة الحرارة إلى درجة غير ملائمة ؟

اختبر معلوماتك

١ ــ ما هى الطرق التى تستخدم للتحكم فى الحرارة داخل منازلنا ؟
٢ ــ كيف يستخدم جهاز التدفئة بالماء الساخن كل الطرق الثلاث التى تنقل بها الحرارة ؟

٣ — ما هى الأجزاء الرئيسية فى جهاز التدفئة بالهواء الساخن ؟
٤ — كيف يؤثر الضغط على درجة غليان الماء ؟
٥ — ماذا يمكنك ذكره من التحسينات الحديثة فى تدفئة المنازل ؟
٦ — إذا كنت تفكر فى بناء مسكن ، فأى جهاز تدفئة ستختار ؟ مبيناً أسباب اختيارك .

التدفئة والطاقة

لم تثر الحرارة كثيراً من التفكير منذ عدة قرون . ومنذ قرر العلماء أن الحرارة إن هى إلا طاقة الجزيئات المتحركة وقد بدءوا فى اختراع أجهزة كمنظمات الحرارة ومقاييس حرارية وصمامات مشعة ومضخات ، كل ذلك ليساعد على نقل الحرارة .

والحرارة إحدى صور الطاقة . ويطلق تفاعل كيموى مثل الاشتعال ، طاقة حرارية ، وينتج احتراق الوقود كثيراً من الحرارة اللازمة لتدفئة وإضاءة مساكننا ولتدير الآلات فى مصانعنا . وتختزن الحرارة المشعة من الشمس كطاقة كيموية على هيئة وقود وطعام . ويمدنا تأكسد الطعام الذى نأكله بحرارة الجسم وصور الطاقة الأخرى .

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الأولى

الحرارة هى طاقة الجزيئات المتحركة .
الحرارة ليست مادة ، فليس لها وزن أو حجم أو شكل أو لون . ليست الحرارة ودرجة الحرارة شيئاً واحداً .
تأتينا معظم الطاقة الحرارية مباشرة من الشمس أو بطرق غير مباشرة .
يمكن تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة حرارية .
يحدث الاحتكاك حرارة .
يعطى الوقود حرارة عند احتراقه .
تقاس درجة الحرارة بوساطة ترمومتر .

تدرج الترمومترات عادة بالفهرنهيتى والمئوى .

تتمدد كثير من المواد عندما تسخن .

الوحدة الحرارية البريطانية هى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل من الماء درجة واحدة فهرنهيتية .

السعر هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة واحدة مئوية .

السعر الكبير يساوى ألف سعر صغير .

تختلف المواد فى مقدرتها على امتصاص الحرارة .

المسألة الثانية

تنتقل الحرارة بطريق التوصيل والحمل والإشعاع .

يعمل القضيب المركب بتثبيت معدنين غير متساويى التمدد عند تسخينهما على بعض .

تستخدم فكرة القضيب المركب فى المنظم الحرارى الذى يساعد على التحكم فى انتقال الحرارة .

تنقل تيارات السوائل والغازات الحرارة بطريق الحمل .

تنقل الأجسام الصلبة الحرارة بطريق التوصيل .

تمتص السطوح الخشنة ذات الألوان القاتمة الحرارة أسرع من السطوح الملساء ذات الألوان الفاتحة .

المسألة الثالثة

تدفأ منازل كثيرة بوساطة مواقد .

تدفأ أفران الهواء الساخن وأفران الماء الساخن مساكن كثيرة .

تدفأ بعض المساكن والمبانى الكبيرة بوساطة بخار الماء أو بالطاقة الإشعاعية .

أسئلة للمناقشة

١ — اشرح كيف أن زجاجة ذات جدار مفرغ تحفظ الحرارة .

٢ — هل يخفض نصف رطل من الثلج درجة حرارة وعاء مملوء بالماء أكثر من نصف رطل من ماء مثلج ؟ فكر فى تجربة لتدعم رأيك .

٣ — اشرح لماذا يدفىء موقد حجرة مّا أحسن من مدفأة ؟

٤ — كيف يجعل تركيب ألواح النوافذ ضد الريح فى منزل ، كيف يجعل هذا التركيب الهواء القريب من الأرض ساخناً ؟

٥ — لماذا يكون كوخ الاسكيمو المكون من قطع كبيرة من الجليد وقاء جيداً لدرجة الحرارة المنخفضة جداً فى الخارج ؟

٦ — ما هى بعض المصادر الممكنة لفقد الحرارة من مسكنك فى الشتاء ؟

٧ — جاء فى كتاب عن الطيور أن معظمها تنزع ريشها بغير انتظام لتشعر بالدفء فى الأيام الباردة . علل ذلك ؟

٨ — بعد إضافة مادة ضد التجمد فى جهاز تسخين السيارة ، أضيف ماء ليملأه إلى ارتفاع بضع بوصات من الفوهة . لماذا لم يملأ جهاز التسخين تماماً ؟

تمرين على حل المسائل

كان مستر مارفن مدرساً فى مدرسة المدينة الحجرية العليا ، يفكر فى بناء مسكن جديد . وكان متوسط درجة حرارة الشتاء فى المدينة الحجرية تقريباً فوق الصفر . وكان مستر مارفن معتنياً باختيار المواد لعزل الجدران الخارجية والأرضيات والأسقف وسطح منزله . ولاختبار المواد العازلة ، صمم صندوقاً صغيراً ذا حجم داخلى حوالى ثلاث أقدام مكعبة ، وغطى جدرانه الداخلية بنوع واحد من مادة عازلة . وكان له تلاميذ فى المدرسة صنعوا أربعة صناديق أخرى بنفس حجم صندوقه ومن نفس مادته . وعزل ثلاثة من الصناديق بمواد عازلة باعها أصحاب مصانع مختلفة وترك الصندوق الخامس غير مبطن .

فكر فى تجربة يمكن التحكم فيها لاختبار المواد . واذكر أولا العوامل التى ربما تؤثر فى نتيجة التجربة . اذكر عامل التجربة والعامل المتحكم فيه . صمم جدولا لتسجيل القراءات واكتب جميع العناوين .

٨
كيف نتحكم فى الضوء وكيف نستخدمه

لقد تعلمت أشياء كثيرة فى دراستك العلمية هذا العام عن طريق النظر إلى الأشياء . على أنه إلى جانب النظر إلى الأشياء ، لعلك قرأت أيضاً عنها . وقد استعملت حاسة البصر فى كل . فالرؤية وسيلة هامة جداً لاكتشاف ما يحدث حولك .

يمكننا الضوء من أن نرى وأن نعيش فى دنيا من الألوان . وستعرف فى هذا الفصل ما وصل إليه العلماء من تفسير لكيفية رؤيتنا للأشياء ، وكيف يقوى النظر ولماذا يكون للأجسام ألوان . ربما ستعرف طرقاً يمكن بها تحسين استخدام الضوء الصناعى فى منزلك . وكذلك ستعرف كيف تحافظ على قوة إبصارك .

المسائل التى سوف نعالجها

١ — ما هو الضوء ؟
٢ — كيف نرى الأشياء ؟
٣ — كيف نقوى مقدرتنا على الرؤية ؟
٤ — كيف نستخدم الضوء فى منازلنا ؟
٥ — لماذا يكون للأشياء ألوان ؟

المسالة الأولى ـ ما هو الضوء ؟

لا يعرف أحد حتى الآن ما هو الضوء بالضبط . وعلى كل حال يتفق العلماء على أن الضوء صورة من صور الطاقة التى تأتى إلى الأرض من الشمس وأغلب الطاقة التى تصلنا من الشمس تكون على شكل موجات حرارية وضوئية تقطع مسافة ١٨٦٠٠٠ ميل فى الثانية . وتثبت التجربة التالية كيف ينتقل الضوء.

تجربة ٨٠

كيف ينتقل الضوء ؟

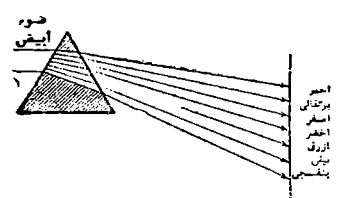
اقطع ثلاث قطع من الورق المقوى مساحة كل حوالى ٤ بوصات مربعة. اعمل ثقباً صغيراً فى وسط كل ورقة . ثبت قطع الورق المقوى الأربعة فى قطع من الخشب لتجعلها قائمة ثم رتبها أمام مصباح كهربى مضاء . انظر خلال الثلاثة الثقوب مغيراً فى أوضاعها حتى يمكنك رؤية الضوء . حرك أياً من الثلاث الأوراق قليلا إلى أى جانب . أما زلت ترى الضوء ؟ ماذا يستدل من هذا عن كيفية انتقال الضوء ؟

ينتقل الضوء فى خطوط مستقيمة . وهو يأتينا من الشمس فى خطوط مستقيمة وينتشر فى جميع الاتجاهات . ويعتقد أن الضوء الخارج من أى مصدر ينتشر على شكل موجات شبيهة لحد ما بموجات المحيط المتجهة نحو الشاطىء . وضوء الشمس العادى ذو موجات غير متساوية الطول . وأن كل موجة لها لونها الخاص .

تجربة ٨١

كيف يمكن توضيح تركيب ضوء الشمس

اسمح لقليل من ضوء الشمس بالدخول من خلال ثقب صغير فى حجرة مظلمة . ضع منشوراً زجاجياً فى مسار ضوء الشمس بحيث ترى الألوان الناتجة على جدار من جدران الحجرة . هل يمكنك ذكر الألوان على حسب ترتيبها ؟



(شكل ٨١) يحلل المنشور الزجاجى ضوء الشمس الأبيض إلى نفس السبعة الألوان التى نراها فى قوس قزح و بنفس الترتيب

تسمى الحزمة الضوئية ذات السبعة الألوان التى رأيتها عندما اعترض منشور زجاجى طريق ضوء الشمس بالطيف الضوئى . وترتب دائماً ألوان الطيف فى نفس الترتيب : أحمر ــ برتقالى ــ أصفر ــ أخضر أزرق ــ نيلى ــ و بنفسجى

ويمكن لعين الإنسان أن ترى فقط بعض موجات الضوء التى تأتى من الشمس . فالموجة البنفسجية هى أقصر موجة مرئية . وتأتى من الشمس أشعة كثيرة ذات أطوال موجية أقصر ولكن لا يمكن رؤيتها بعين الإنسان . وتسمى هذه الأشعة بالأشعة فوق البنفسجية وهى الأشعة التى تسبب التهاب الجلد عند تعريضه لأشعة الشمس ، ولا تمر هذه الأشعة من زجاج النوافذ العادى . والموجات الأطول قليلا من الأحمر ، الذى هو أطول موجة ضوئية مرئية ، غير مرئية كذلك وتسمى الأشعة تحت الحمراء ، وهى أشعة حرارية .

عندما تسقط أشعة ضوئية على بعض المواد ، فانها تخترقها وبذلك يمكن رؤية أجسام فى الناحية الأخرى من هذه المواد بسهولة . وتسمى المواد التى تسمح للضوء بالمرور خلالها بهذه الطريقة بمواد شفافة . فالهواء مادة شفافة وكذلك زجاج النوافذ العادى شفاف أيضاً . وقطعة مستطيلة الشكل من الزجاج المحبب فى باب كالتى على باب حجرة الطبيب ، لا تنفذ ضوءاً كافياً يسمح برؤية الأجسام على جانبها الآخر . وتسمى مثل هذه المواد بالمواد نصف الشفافة. فورق الشمع وورق المصابيح الكهربية إنما هى مواد نصف شفافة . وتسمى المواد التى لا تمرر أى ضوء خلالها ، بالمواد المعتمة . والمواد المعتمة وحدها هى التى تعطى ظلالا واضحة .

انعكاس الضوء

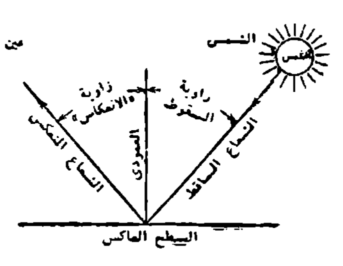
إن أية مادة ذات سطح أملس تستطيع أن تعكس ، أو ترد ثانياً ، بعض الضوء الذى يسقط عليها . فاذا استطعت أن ترى المعالم الخارجية لجسم موضوع أمام سطح مادة ، إذن فهى مرآة . وربما كان سطح غدير ساكن أول مرآة رأى فيها شخص صورته . وعادة تكون المرآة اليوم من لوح معدنى لامع أو قطعة من الزجاج المغطاة بالفضة . ويمكنك دراسة انعكاس الضوء باستخدام مرآة صغيرة ، كالتى تجدها فى حقيبة يد والدتك .

تجربة ٨٢

كيف تعكس المرآة الضوء ؟

ضع مرآة عادية أفقية على نضد فى حجرة مظلمة . صوب الضوء

من مصباح قوى نحو المرآة . ولاحظ كيف ترتد ثانياً أشعة الضوء . أمسك المصباح الآن بحيث يصنع ضوؤه زاوية صغيرة مع المرآة ولاحظ كيف تنعكس أشعة الضوء . ثم حرك المصباح حتى تعمل أشعة الضوء مع المرآة زاوية كبيرة . ضع مسطرة عند نقطة تقابل الأشعة الضوئية مع المرآة وعمودية على المرآة . تعمل الخطوط المتعامدة زاوية ٩٠° مع بعضها . قارن بين الزاوية التى تعملها الأشعة الضوئية مع المسطرة . والزاوية التى تعملها المسطرة مع أشعة الضوء المنعكسة . هل يظهر أنهما متساويتان ؟



(شكل ٨٢) عندما ينعكس الضوء ، فإن زاوية الانعكاس تساوى زاوية السقوط

يسمى الشعاع الضوئى الذى يقابل سطحاً لامعاً بالشعاع الساقط ، كما تسمى الزاوية التى يكونها مع العمودى عند نقطة سقوطه على السطح بزاوية السقوط . ويبين شكل ٨٢ كيف ينعكس شعاع ضوئى من الشمس . نجد أنه عندما ينعكس شعاع ضوئى من سطح أملس ، فان زاوية السقوط تساوى زاوية الانعكاس .

لا يعكس سطح خشن الضوء بنفس الطريقة كما يعكسه سطح أملس . إذ يعكسه فى جميع الاتجاهات . تعكس ذرات التراب الموجودة فى الهواء ضوء الشمس عدة مرات قبل أن يصل إلى الأرض . ويسمى الضوء المنعكس بهذه الطريقة بالضوء المشتت .

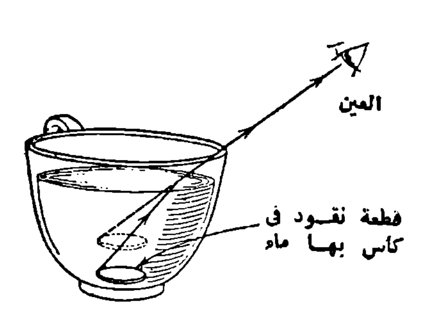
انعكاس الضوء

لابد قد لاحظت أن الأنبوبة الماصة فى مشروب الكولا الذى تشربه تظهر دائماً كأنها منحرفة عند سطح السائل. ولفهم سبب حدوث هذا، يجب أن تعرف المزيد من خواص الضوء . فانحراف أشعة الضوء عند انتقاله من مادة شفافة إلى مادة شفافة أخرى يسمى انكساراً .

تجربة ٨٣

كيف تثبت أن اشعة الضوء تنحرف ؟

ضع قطعة نقود فى قاع طبق أو كأس فارغة موضوعة على النضد . قف فى مكان بحيث يمكنك رؤية الطرف البعيد لقطعة النقود وذلك عندما تنظر إلى داخل الوعاء . ثبت وضعك هذا بينما يصب زميلك الماء فى الوعاء ببطء دون تحريك قطعة النقود . هل ترى بالتدريج مساحات أكبر من قطعة النقود إلى أن تراها كلها فى النهاية ؟



(شكل ٨٣) لماذا تظهر قطعة النقود أعلى من مكانها بعد صب ماء فى الكأس ؟

يجب أن تفهم الآن لماذا يكون الماء فى مجرى مائى ظاهر أنه ضحل ، أعمق مما ظننت بادىء الأمر . لقد ظهر القاع أقرب من الحقيقة بسبب انكسار الضوء . كما يمكنك أيضاً أن تفهم لماذا يمكن رؤية الشمس فى الحقيقة قبل شروقها المبكر فى الصباح ببضع دقائق ، وكذلك بعد غروبها فى المساء . تذكر أن الهواء البعيد جداً من الأرض أخف من الجو الملاصق للأرض . فتنحرف أشعة الشمس عندما تمر من مناطق الهواء الخفيف إلى مناطق الهواء الأكبر كثافة .

تنحرف أشعة الضوء عندما تمر من الهواء إلى الزجاج لأن الزجاج أكبر كثافة من الهواء . وأكثر من هذا ، فان الموجات الضوئية القصيرة تنحرف أكثر من الموجات الأطول . بمعنى آخر أن الضوء الأحمر ، الذى هو أطول الأشعة المنظورة ، ينحرف أقل من الضوء الأخضر أو الضوء الأزرق . عندما يحلل منشور زجاجى ضوء الشمس إلى ألوان الطيف السبعة ، يمتزج كل لون تدريجياً مع الذى يليه ، وعلى ذلك فليست هناك حدود فاصلة بين الألوان .

وقوس قزح ما هو إلا طيف يتكون عندما تنكسر أشعة الشمس بوساطة قطرات المطر . والألوان فى قوس قزح هى نفسها التى فى الطيف المكون بوساطة منشور زجاجى ، كما أنها مرتبة بنفس الترتيب . فتحلل كل قطرة الماء أشعة الشمس إلى طيف ولكن بزاوية مختلفة . فقطرة مطر عالية الارتفاع فوق الأرض ربما ترسل مباشرة أشعة حمراء إلى عينيك وربما تمر الأشعة الأخرى بجانبك . وربما تكون قطرة مائية أخرى على ارتفاع أقل فى وضع بحيث يرسل لك أشعة زرقاء فقط . وقطرات الماء الأخرى بينهما ترسل الأصفر والأخضر والألوان الأخرى . وبذلك ترى عينك ألوان الطيف كلها .

ويمكن للظروف الجوية أن تسبب تكاثف قطرات الماء على ارتفاعات شاهقة جداً حتى إن أشعة الشمس تنعكس وتنكسر مرتين فى كل قطرة . وعندما يحدث هذا ، يتكون قوس قزح ثان وفى هذه الحالة غير العادية ينعكس ترتيب الألوان فى قوس قزح .

يمكن استخدام الضوء لتكبير الأشياء

يمكن جعل الأشياء تظهر أكبر مما هى عليه فى الحقيقة وذلك بسبب الطريق الذى يتبعه الضوء فمثلا تكبر بعض أنواع النظارات الحروف فى الجرائد حتى يمكن قراءتها بسهولة تامة . ويكسر الزجاج فى الكشافات الأمامية للسيارة الضوء وبذلك فانه ينتشر على مسافة كبيرة أمام السيارة . حتما لقد راقبت سمك الزينة الملون وهو سابح فى إناء زجاجى كروى ، فاذا رأيت نفس السمك خارج وعائه لفوجئت بأنه أصغر بكثير مما يظهر عليه داخل الوعاء . وقد كبرت حجوم الأسماك لأن الوعاء الكروى الزجاجى كان مقوساً وقد كسر الماء والزجاج أشعة الضوء . وستدرس هذه الخاصية فى التجربة التالية .

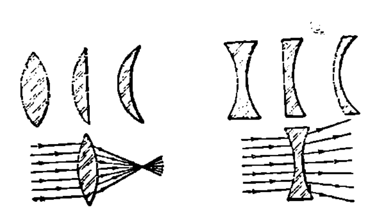
تجربة ٨٤

كيف يمكنك جعل جسم صغير يظهر كبيرا ؟

انزع غطاء علبة من الصفيح . وضعها على مادة لينة مثل قطعة من المطاط أو القماش اللين واعمل ثقباً صغيراً بالقرب من الوسط بوساطة مسمار . ضع

بضع قطرات من الماء على الثقب والمعدن المنخفض حوله . وبذلك تكون قد صنعت مكبراً . ضع إحدى اليدين تحت الغطاء وقرب عينك جداً من الماء لكى تتمكن من اختبار جلد ظهر يدك . انظر إلى نفس الجزء من يدك بدون المكبر . هل يمكنك تفسير الفروق فى مشاهداتك ؟

يمكن استخدام أية مادة شفافة لها سطح مقوس أملس لكسر أشعة الضوء وعندما يستخدم الزجاج فى هذا الغرض ، يكون عادة غليظاً فى الوسط عن الأحرف ويسمى مثل هذا المكبر أو المجهر بعدسة محدبة . والعدسات فى نظارات القراءة وزجاج كشافات السيارة كلها محدبة . وكل عين من أعيننا لها مثل هذه العدسة . وتأثير عدسة محدبة على أشعة ضوئية متوازية مبين فى شكل ٨٤ ، أما العدسات الرفيعة فى الوسط عن الأحرف فتسمى عدسات مقعرة . تتفرق أشعة متوازية من الضوء بعد مرورها خلال عدسة مقعرة . عندما تمر أشعة ضوئية خلال عدسة فانها دائماً تنحنى نحو جزء العدسة الغليظ وستتابع دراستك للعدسات فى المسألتين التاليتين .



(شكل ٨٤) عدسات ذات أشكال عديدة تحرف الأشعة الضوئية فى اتجاهات مختلفة

اختبر معلوماتك

١ — لأى الأغراض تستخدم المرايا فى المحلات ؟

٢ — اذكر ألوان الطيف .

٣ — اذكر ثلاثة أشياء ربما تحدث لأشعة ضوئية عندما تسقط على جسم .

٤ — اشرح الفرق بين الانعكاس والانكسار .

٥ — لماذا يكون للضوء لون ؟

٦ — ما هو قوس قزح ؟

٧ — ما تأثير عدسة مقعرة على أشعة ضوئية ؟ وما تأثير عدسة محدبة ؟

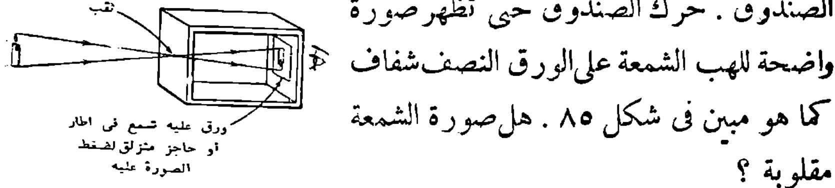
المسألة الثانية -كيف نرى الأشياء ؟

الدنيا مملوءة بالضوء والألوان ولكننا نرى فقط الضوء المنعكس لأعيننا من الأجسام المختلفة . ونحن نعرف الأشخاص ذوى الحجوم المختلفة لأن الضوء ينعكس مختلفاً من الأنف والأعين والشعر والأكتاف وهكذا . وربما نفهم أحسن كيف تهيء العين نفسها للضوء المنعكس بدراستنا للكاميرا ذات الثقب.

تجربة ٨٥

كيف تؤثر الكاميرا ذات الثقب فى الضوء ؟

اعمل ثقباً صغيراً فى وسط أحد أوجه صندوق صغير من الورق المقوى واستبدل وجه الصندوق المقابل بقطعة من الورق نصف الشفاف كورق الشمع . أظلم الحجرة . وضع شمعة مشتعلة على بعد حوالى قدمين من ثقب الصندوق . حرك الصندوق حتى تظهر صورة واضحة للهب الشمعة على الورق النصف شفاف كما هو مبين فى شكل ٨٥ . هل صورة الشمعة مقلوبة ؟

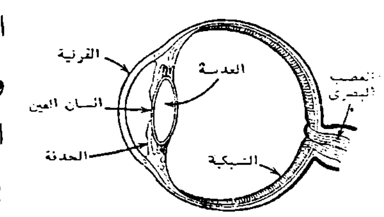


(شكل ٨٥) لماذا قلبت الصورة على الحاجز ؟

تحرف العدسة فى الكاميرا العادية أشعة الضوء ولذلك تتجمع فى نقطة صغيرة مضيئة تسمى النقطة البؤرية وتسمى المسافة بين العدسة والنقطة البؤرية بالبعد البؤرى . وتركب العدسات فى كثير من آلات التصوير بحيث لا يمكن تغيير البعد البؤرى . ولا تظهر صورة الأجسام الموضوعة أمام الكاميرا لغاية بضع أقدام ، على الفيلم فى مؤخرة الكاميرا . ولتصوير جسم بهذا النوع من آلات التصوير ، يجب أن تزداد المسافة بين الجسم والكاميرا أو تقل حتى تتكون صورة الجسم فى بؤرة العدسة .

العـــين

لفهم لماذا وكيف نرى ، يجب أن تعرف شيئاً عن تركيب العين (انظر شكل ٨٦) . وكما فى الكاميرا ذات الثقب ، فأجزاء العين التى تمكننا من



(شكل ٨٦) تكون العدسة المحدبة التى بعين الإنسان صوراً مقلوبة للأجسام على الشبكية

الرؤية هى عدسة، وحجرة سوداء (صغيرة)، وسطح حساس للضوء. والعين كروية الشكل تقريباً ويسمى الغطاء الشفاف الأمامى بالقرنية. ويوجد خلف القرنية، الجزء الملون من العين الذى يسمى بحدقة العين وتعرف الفتحة الدائرية الصغيرة فى مركز حدقة العين بإنسان العين.

وهناك مجموعتان من العضلات تتحكم فى حجم إنسان العين. فعندما ينعكس ضوء شديد نحو أعيننا تقل فتحته على أنها تكبر فى الضوء الخافت. وتوجد العدسة خلف الحدقة. وفى مؤخرة العين توجد الشبكية. وتتكون الصور على الشبكية كما تتكون على سطح الفيلم الحساس فى مؤخرة الكاميرا. وتخرج من الشبكية أعصاب شعرية إلى المخ الذى يحس بالصور ويترجمها.

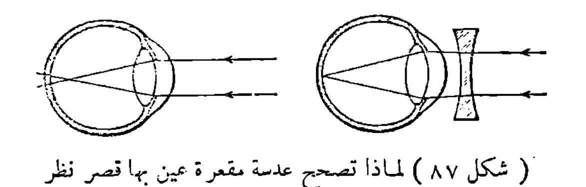
تتكون صورة لجسم عندما ينكسر الضوء المنعكس منه بوساطة العدسة ويتركز على الشبكية. ويمكن أن تتغير العدسة بوساطة ست عضلات وبذلك فالعين تكيف نفسها للرؤية. فتجعل هذه العضلات العدسة أكثر تحدباً لرؤية الأجسام القريبة، وأقل تحدباً لرؤية الأجسام البعيدة. وبذلك تنحرف أشعة الضوء من الأجسام القريبة أكثر من أشعة الضوء القادمة من جسم بعيد. وتذكر أن العدسات تحرف أشعة الضوء نحو الجزء الغليظ من العدسة. وكلما كانت العدسة غليظة، كان بعدها البؤرى قصيراً وكانت الصورة أقرب إلى العدسة.

عيوب العين

عرفت انه فى العين السليمة العادية يمكن للعضلات أن تغير شكل العدسة وبذلك تتكون صور كل من الأجسام القريبة والبعيدة على الشبكية ولكن كثيراً من الناس لهم أعين غير سليمة تماماً. فالبعض لا يستطيع أن يرى بوضوح الأجسام البعيدة، والبعض الآخر لا يستطيع رؤية الأجسام القريبة بوضوح.

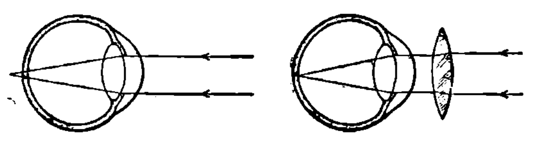
وبعض آخر يرى كل شيء غير واضح تماماً . ويمكن تصحيح هذه العيوب الشائعة باستخدام عدسات مناسبة .

وعند الشخص القصير النظر يكون تجويف عينه أكثر استطالة أو تكون العدسة أكثر تحدباً وبذلك تتكون صور الأجسام البعيدة أمام الشبكية وليست عليها . وترى مثل هذه العين بوضوح عندما يقرب الجسم جداً منها . ويصحح قصر النظر بلبس عدسات مقعرة . وبما أن العدسة المقعرة رقيقة فى الوسط ، فهى تفرق أشعة الضوء قبل سقوطها على العين وبذلك تتكون صورة واضحة على الشبكية (انظر شكل ٨٧) .



(شكل ٨٧) لماذا تصحح عدسة مقعرة عين بها قصر نظر

وعند الشخص الطويل النظر يكون تجويف عينه أقصر أو العدسة أقل تسطحاً وبذلك تتكون صور الأجسام القريبة خلف الشبكية . ويمكن للعدسة أن تكون صورة على الشبكية فقط عندما يوضع الجسم على بعد مناسب من العين . ويصحح طول النظر بلبس عدسات محدبة . والعدسة المحدبة أكثر غلظاً فى الوسط وبذلك تجمع الأشعة الضوئية قبل دخول العين ، وحينئذ يمكنها تكوين صورة واضحة على الشبكية (ادرس شكل ٨٨) .



(شكل ٨٨) اشرح كيف تصحح عدسة محدبة عين بها طول نظر

وهناك نوع ثالث من عيوب الإبصار يسمى بالاستجماتزم . وفيه تكون إما أن قرنية العين ليست كروية تماماً أو أن سطح العدسة ليس منتظماً . وفى

كلتا الحالتين تكون كل أجزاء الجسم غير واضحة تماماً . ويصحح الاستجماتزم بعدسات تشكل خصيصاً لتصحيح عدم الانتظام فى شكل القرنية أو العدسة .

العناية بالعين

إذا كنت لا تستطيع الرؤية بوضوح عبر حجرة الدراسة أو تشعر بصداع فى رأسك عندما تقرأ ، فيجب أن تختبر عينيك بوساطة اخصائى الذى يصحح النظر غير السليم . ولا يجب أن يخجل شخص ما لأنه يلبس نظارة . ويمكنك أن تساعد عينيك لتقوم بعملهما جيداً باتباع هذه الارشادات :

١ – عندما تقرأ أو تكتب ، اجلس بحيث يسقط الضوء من جهة كتفك اليسرى وإذا كنت تكتب بيدك اليسرى ، فيجب أن يسقط الضوء من جهة كتفك اليمنى .

٢ – إذا تعبت عيناك من القراءة أو من عمل دقيق فيجب أن تريحهما وذلك بالنظر إلى منظر بعيد أو أقفلهما لعدة دقائق .

٣ – يجب أن يكون هناك ضوء مشتت كافٍ عندما تستذكر دروسك أو تقوم بأى نشاط .

٤ – نم كثيراً وقم بكثير من التمرينات الرياضية .

٥ – لا تفرك عينيك .

٦ – لا تقرأ أثناء رقادك .

اختبر معلوماتك

١ – كيف تشبه عين الإنسان الكاميرا البسيطة ؟

٢ – اذكر أسماء أجزاء العين المختلفة واشرح عمل كل جزء .

٣ – ابحث فى حجرة دراستك عن الظروف التى تحدث إجهاداً للعين . واذكر كيف تصحح كل منها .

٤ – صف أنواع العدسات المختلفة التى تستخدم فى عمل نظارات النظر واذكر عيب الابصار الذى تصححه كل عدسة .

٥ – إذا نظرت من النافذة ثم استدرت لقراءة كتاب ، فما التغيرات التى تحدث فى عدسات عينيك ؟

٦ – اذكر ستة إرشادات للعناية بالعين .

المسألة الثالثة – كيف نحسن مدى بصرنا ؟

لقد اعتقد الناس لقرون عديدة أن أرضنا تقف ثابتة وأن النجوم تتحرك فى مسارات منحنية حولها . ولكن بعد أن اخترع التلسكوب ، تمكن العلماء من دراسة حركات الأرض والكواكب الأخرى . واعتقادنا الحالى أن الأرض تدور حول محور تخيلى يرجع إلى ابتداء القرن السابع عشر عندما عمل جاليليو ، وهو عالم إيطالى ، أول الأجهزة التلسكوبية . وقد اخترع منذ وقت جاليليو أجهزة كثيرة لإطالة مدى الرؤية .

التلسكوب

كان أول تلسكوب تم صنعه بسيطاً فى تركيبه ، فقد ركب جاليليو عدسة محدبة فى أنبوبة من الرصاص . وجمعت العدسة أشعة ضوئية بقدر ما تجمعه عين الإنسان . وكبرت الصورة عدسة مقعرة بالقرب من الطرف الآخر للأنبوبة ، وبذلك رأى جاليليو صورة جسم بعيد كان إما غير منظور أو غير واضح الرؤية لعينه المجردة .

لم يقتنع جاليليو بتلسكوبه الأول ، فحسن اختراعه حتى تمكن من دراسة صورة تبلغ ثلاثين ضعفاً للحجم الأصلى . ورأى أن المجرة تحوى نجوماً . ولاحظ أيضاً أربعة أقمار تدور حول كوكب المشترى . وبذلك بدأت معرفتنا للمجموعة الشمسية .

وتسمى التلسكوبات ، مثل تلسكوب جاليليو ، التى ينكسر فيها الضوء بتلسكوبات انكسار . وتسمى التلسكوبات التى فيها ينعكس الضوء بوساطة مرآة مقعرة كبيرة بدلا من عدسة بتلسكوبات انعكاس .

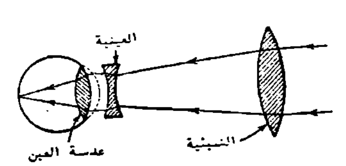
ويتمكن الفلكيون فى مرصد مونت ويلسون بالقرب من باساوينا

بكاليفورنيا ، من دراسة الأجسام السماوية التى تبعد ملايين السنين من الأرض باستخدام مرآة كبيرة مقعرة يبلغ قطرها أكثر من ثمانى أقدام . وقد صوروا مثات الألوف من النجوم وحسبوا حجومها وبعدها عن الأرض . ويوجد تلسكوب عاكس أقوى على جبل بالومار فى كاليفورنيا . وسيساعد فى حل غوامض السماء ويبلغ قطر مرآته حوالى سبع عشرة قدماً وهى أكبر قطعة واحدة من الزجاج صنعت إلى الآن . وتتكون الصورة المنعكسة من هذه المرآة الكبيرة على لوح فوتوغرافى حساس .

مناظير الاوبرا

لرؤية الأجسام التى لا يمكن رؤيتها بوضوح لبعدها عنا داخل المنزل ، نستخدم أحياناً ما يسمى منظار الأوبرا . ويدل اسمها على أن الجالسين فى مؤخرة مسرح كبير أو دار الأوبرا يستخدمونها ليطيل من مدى رؤيتهم للأشياء . وخلال هذه النظارات تصبح دقائق ملابس وتغييرات أوجه الممثلين واضحة تماماً كما لو كان ينظر إليها من الصف الأول .

ويتكون منظار الأوبرا من تلسكوب ذى أنبوبتين قصيرتين ، العينية عبارة عن عدسة مقعرة لها نفس البعد البؤرى كعين الإنسان وبذلك فهى تلاشى عدسة العين (لأن قوتها تساوى قوة عدسة العين ولكن بإشارة مخالفة) . والعدسة المحدبة (الشيئية) فى مقدمة منظار الأوبرا وبذلك فهى تكون صوراً واضحة على الشبكية مباشرة . (انظر شكل ٨٩) .

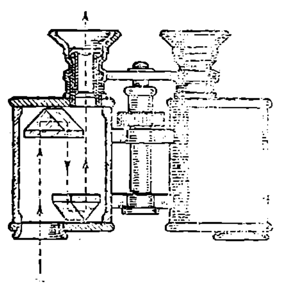


(شكل ٨٩) فى منظار الأوبرا توضع عدستين فى أنبوبة بين العين والجسم . والتصميم مشابه لتصميم تلسكوب جاليليو الأول

ولمنظار الأوبرا مجال رؤية صغير ويكبر ثلاثة أو أربعة أضعاف فقط . وتظهر الصورة معتدلة حيث أنها تتكون على الشبكية مثل الصور التى تتكون بوساطة عدسة العين . وأحياناً تركب نظارات تلسكوبية من هذا النوع على المدافع حتى يمكن تصويب نيرانها بدقة.

المجهر الثنائى (Binocular)

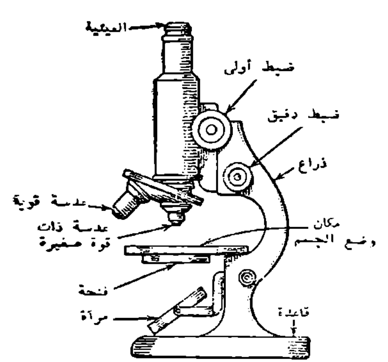
هو نوع آخر من التلسكوبات القصيرة المدى ، له أنبوبتان، ومجال رؤيته أكبر من مجال رؤية منظار الأوبرا . وتستخدم منشورات زجاجية وعدسات فى هذا المجهر الثنائى . وتدخل أشعة الضوء فى أنبوبتين متوازيتين وتنعكس أربع مرات بوساطة منشورات زجاجية كالمبينة بالخطوط المنقطة فى شكل ٩٠ وبترتيب المنشورات على هذا النحو يقطع الضوء ثلاثة أمثال طول الأنبوبة قبل مروره من العدسة القريبة من عين المشاهد . وعدسات المجهر الثنائى هى من نفس نوع العدسات المستخدمة فى مناظير الأوبرا والتلسكوبات .



(شكل ٩٠) تعكس منشورات المجهر الثنائى الضوء إلى أعلى وإلى أسفل فى الأنابيب القصيرة وهذا له نفس التأثير كأنبوبة أطول

المجهر (الميكروسكوب)

يمكن استخدام عدسة مكبرة ، شبيهة بعدسة القراءة ، لفحص الأجسام الدقيقة جداً . وتمثل هذه العدسة يمكننا مثلا معرفة عدد بذور الأعشاب فى مخلوط من بذور الحشائش أو فحص أجزاء من زهرة أو حشرة . وثمة عدسة تكبير صغيرة تجمع وتفرق أشعة الضوء لكى يظهر الجسم أكبر من حقيقته .



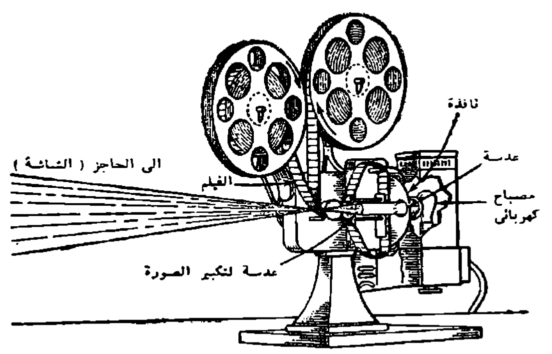
[(شكل ٩١) توجد عدستان أو مجموعتان من العدسات فى طرفى أنبوبة الميكروسكوب المركب . تكون العدسة السفلى صورة مكبرة للجسم التى تكبر ثانياً بوساطة العينية

ولكثير من الميكروسكوبات مجموعتان من عدسات التكبير . فتوجد عدسة صغيرة بالقرب من الجسم تكون صورة مكبرة ثم تكبر الصورة مرة أخرى بعينية موضوعة فى الطرف الآخر من الأنبوبة . والواقع أن مجهراً من هذا النوع به عدستا تكبير ، وبتركيب عدسات مع بعضها تكبر الأشياء عدة مرات أو مرات كثيرة

على حسب الطلب ، وبذلك يكون للميكروسكوبات مدى واسع للتكبير . فبعضها يكبر عشرة أضعاف ، والبعض أربعين ضعفاً على حين يكبر البعض الآخر خمسمائة ضعف . ومعظم الميكروسكوبات كالنوع المبين فى شكل ٩١ . وتعكس مرآة تحت الجسم الضوء خلاله وعليه وكذلك خلال العدستين .

الصور المتحركة (السينما)

ليس من الصعب الحصول على صور متحركة لبعض الأشياء . إن التقاط صور ، بوساطة آلة تصوير سينمائية ، لمناظر متحركة مثل مباراة كرة قدم ، لهواية شائعة . وتشبه الكاميرا المستخدمة لهذا الغرض الكاميرا العادية التى تصور الأجسام الثابتة . ويتحرك الفيلم فى آلة التصوير السينمائية بوساطة جهاز يدفعه دفعات سريعة . وتؤخذ الصورة أثناء تحريك الفيلم أى إنه يفتح حاجز الضوء لتعريض العدسة والفيلم للضوء عندما يكون الفيلم غير متحرك . وتؤخذ عادة ست عشرة صورة فى الثانية وتبين كل صورة الجسم وهو فى وضع مختلف .



(شكل ٩٢) فى آلة عرض الصور المتحركة ، يكون الضوء الساقط على فيلم شفاف صوراً من الفيلم على حاجز وهناك مجموعة من العدسات تكبر الصورة مرات كثيرة

وبعد تحميض نسخات موجبه يمرر فى آلة عرض بينما يمر الضوء خلال الفيلم ومنه إلى حاجز مناسب . وتظهر الصور على الحاجز بمعدل ست عشرة صورة فى الدقيقة للأفلام الصامتة . ويستخدم معدل الست عشرة صورة فى الثانية لأننا نستمر فى رؤية الضوء حوالى $\frac{1}{16}$ من الثانية بعد اختفائه . وبذلك فالعين قادرة على تجميع هذه الصور ، وبذلك تظهر الأجسام كأنها متحركة ويظهر ذلك فى التجربة التالية :

تجربة ٨٦

كيف تبين أن الصور المتحركة خداع ضوئى ؟

ارسم بلبلا على قطعة من الورق المقوى . وعلى الوجه الآخر لقطعة الورق المقوى ارسم قفص طائر أكبر قليلا من البلبل الذى رسمته . اعمل فتحة فى ممحاة القلم الرصاص وادفع الطرف السفلى للورقة فيها . أمسك القلم الرصاص معتدلا بين راحتى يديك وأدر القلم بسرعة بتحريك يديك . هل يظهر البلبل داخل القفص ؟

لقد بقيت صورة البلبل إلى أن رأيت القفص ، يحدث نفس التأثير عند عرض صور متحركة . تستمر كل صورة على الشبكية إلى أن تظهر الصورة التالية . وبذلك بينما تتبع الصورة صورة أخرى بسرعة ، تظهر حركة الأجسام المتحركة سهلة عادية . ويعزى عالم هذا التأثير إلى استمرار العين لرؤية الصورة لبرهة قصيرة ، وعندما تصاحب خطبة أو أصوات موسيقية صوراً متحركة ، فيعرض على الحاجز أربع وعشرون صورة فى الثانية .

ويبين شكل ٩٢ رسماً للأجزاء الهامة فى آلة عرض سينمائية .

اختبر معلوماتك

١ ــ كيف تتشابه تلسكوبات الانكسار وتلسكوبات الانعكاس ؟ وكيف يختلفان ؟

٢ ــ أين توجد أكبر قطعة من الزجاج الصلب صنعت حتى الآن ؟ وفى أى شىء تستخدم ؟

٣ ــ كيف تستخدم العدسات فى مناظير الأوبرا ؟

٤ ــ اذكر خمسة أجهزة تستخدم لتحسين مدى بصرنا ؟

٥ ــ اشرح تركيب ميكروسكوب بسيط .

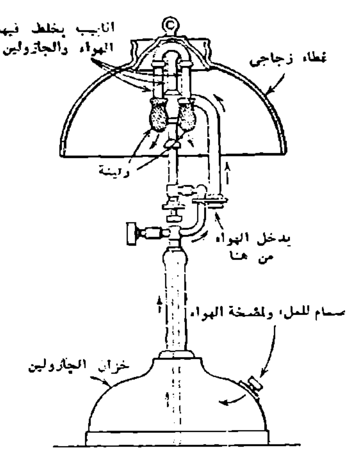
٦ ــ لماذا تعتبر الصور المتحركة خداعاً بصرياً ؟

٧ ــ هل يجب أن يسمح للصيادين باستخدام بنادق مزودة بمناظير تلسكوبية؟

المسألة الرابعة ـ كيف نستخدم الضوء فى منازلنا ؟

إذا كان أجدادك قد استخدموا شموعاً ومصابيح زيتية فى صغرهم ، فان أعينهم كانت تتعب بسرعة بعد حلول الظلام وربما لم يسهروا لساعة متأخرة وبسبب الإضاءة الضعيفة فى منازلهم ، كانوا يستطيعون القراءة لوقت قصير فى المساء . ولا يستطيعون رؤية الصور المتحركة أو المباريات الرياضية فى الحدائق العامة المضاءة جيداً مساء . وكان العمل فى مصانع كثيرة ينتهى فى وقت متأخر بعد الظهر ، وتحدث كثير من الإصابات وحالات الوفاة بسبب عدم كفاية الإضاءة فى أماكن خطرة حول الآلات .

ومع أن ضوء مصابيح غاز الاستصباح كان أصفر فاقعاً ، إلا أنها كانت أفضل من المصابيح الزيتية . وما زال كثير من المنازل يضاء بالمصابيح الغازية فى الأماكن التى فيها غاز الاستصباح الطبيعى رخيصاً . واستعمال الغاز فيه من خطر اندلاع الغاز ما للهب المكشوف . ولقد تحسنت جداً مصابيح الغاز الطبيعى ومصابيح الجازولين باستخدام أغطية مدهونة بمادة عازلة توضع على اللهب (الرتينة) ، التى اخترعها ولسباخ . إذ أصبح الغاز أقوى فى الإضاءة ويعطى ضوءاً أبيض .



(شكل ٩٣) يشتعل بخار الجازولين المخلوط بالهواء فى مصباح الجازولين سهل الحمل . وتتوهج الرتينة بضوء أبيض متوهج

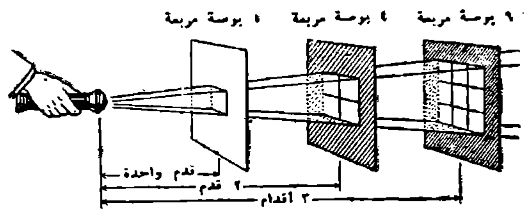
الاستضاءة والمسافة

تنتشر أشعة الضوء من مصدرها فى جميع الاتجاهات . وكلما بعدنا عن مصدر الضوء نستقبل كمية أقل من الضوء . وأنت تعلم ذلك جيداً عندما تقرب كتاباً من مصباح حتى تظهر الصفحة المطبوعة ساطعة ، أو عندما تقرب مصباحاً منك لتحصل على إضاءة أكثر لعملك .

تجربة ٨٧

كيف تبين العلاقة بين شدة الاستضاءة والمسافة ؟

اقطع ثقباً مربعاً طول ضلعه بوصة واحدة فى وسط قطعة كبيرة من الورق المقوى . وانزع من قطعة أخرى كبيرة من الورق المقوى مربعاً طول ضلعه ٢ بوصتان . وعلى قطعة ثالثة من الورق المقوى ارسم مربعاً طول ضلعه ٣ بوصات على كلا وجهيها . قسم هذا المربع الكبير إلى بوصات مربعة ورتب قطع الورق المقوى الثلاث كما هو مبين فى شكل ٩٤ . ضع بطارية جيب بالقرب من الفتحة التى مساحتها ١ بوصة مربعة . كم من البوصات المربعة فى الورقة الثانية يسقط عليها الضوء ؟ وكم عددها فى الورقة الثالثة ؟



(شكل ٩٤) ما هى العلاقة بين شدة الاستضاءة على حاجز والمسافة بين الحاجز ومصدر الضوء ؟

إذا كان بعد جسم قدر ثلاثة أضعاف بعد جسم آخر من مصدر ضوئى ، فيصله فقط $\frac{1}{9}$ ما يصل الآخر من كمية الضوء . أى إن شدة الإضاءة تقل بسرعة كبيرة عندما يزداد البعد عن مصدر الضوء . فاذا أبعد جسم عن مصدر الضوء قدر أربعة أمثال بعده الحالى عنه ، فسيصله $\frac{1}{16}$ فقط من كمية الضوء التى تصله حالياً .

الوهج

مع أنه قد يكون لديك الضوء الكافى لكى تشتغل أو تقرأ ، فانه يجب عليك أن تكون حريصاً لتجنب الوهج . ويحدث الوهج عندما تنفذ الأشعة الضوئية مباشرة داخل العين . تذكر أن إنسان العين يضيق عندما تواجه ضوءاً شديداً . وإذا عرض إنسان العين مرّة للوهج ، فلا تتمكن العين من تمييز الأجسام القريبة منها لأن الضوء المنعكس من هذه الأجسام يكون خافتاً جداً . فى حالة الإضاءة الضعيفة أو غير الملائمة فربما تقع حوادث لأن الناس لاتستطيع

أن تقدر المسافات بدقة . وفى بعض الأحيان يكون سائقو السيارات السبب فى الحوادث لأن المصابيح الأمامية للسيارات المقتربة منهم تعميهم لحظياً .

الاضاءة الحديثة للمنازل

نحن ندين لتوماس اديسون بالشكر العظيم للسنين التى قضاها يعمل فى أناة فى إجراء التجارب التى أدت إلى اكتشافه لمصباح الإنارة الكهربى وستساعدك التجربة التالية على فهم تركيبها وطريقة عملها .

تجربة ٨٨

كيف تصنع بصلة المصباح الكهربى؟

أدر الغطاء النحاسى لمصباح كهربى فى لهب حتى يلين الشمع الذى يلحمها . استخدم ماسكاً لفك الغطاء . وانزع الشمع اللين بوساطة سكين . لاحظ العازل وكيف توصل الأسلاك وكيف يلحم الساق فى المصباح . استخدم مبرداً لخدش الزجاج حول اللحام وانزع المجموعة من البصلة الزجاجية . ادرس الأجزاء المكتوب أسماءها فى شكل ٩٥ . هل يمكنك تتبع مسار التيار الكهربى الداخل فى المصباح والخارج منه .

(شكل ٩٥) مصباح توهج كهربى

عندما يصنع المصباح الكهربى ، يخلخل الهواء منه ، وبذلك لن يكون هناك أكسجين ليتحد مع الفتيل عندما تسخن . ثم يدخل فيها غازات خاملة (غير نشطة كيموياً) مثل النيتروجين ، ثم يلحم المصباح قبل وضع الغطاء المصنوع من الشبه ويمكن تسخين الفتائل فى مثل هذه المصابيح إلى درجات حرارة مرتفعة لمدة ساعات طويلة .

توزيع الضوء

يوزع الضوء بثلاث طرق تعرف بالطريق المباشر وغير المباشر ونصف

المباشر . فعندما يسمح لأشعة الضوء أن تسقط مباشرة من مصدرها إلى المكان المراد إضاءته ، تكون الإضاءة مباشرة . ولا يفقد كثير من هذا الضوء بالامتصاص أو التشتيت ولكن الإضاءة المباشرة غالباً ما تسبب الوهج .

يمكن توجيه أشعة الضوء نحو الجدران والسقف إذا كان الجسم موضوعاً خلف عاكسات معتمة . فالضوء المنعكس من هـذه السطوح يكون هادئاً مشتتاً . وتسمى هذه الطريقة فى الإضاءة بالإضاءة غير المباشرة .

يمكن التغلب على الوهج أيضاً وذلك بتوجيه أشعة الضوء نحو مواد نصف شـفافة مثل الحرير أو ورق مشبع (Parchment) ، وستنعكس بعض أشعة الضوء من الجدران والأسقف أيضاً . وبهذه الطريقة يمكن لمصابيح إنارة موزعة بانتظام أن تعطى استضاءة مرضية وبتكاليف أقل من إضاءة كلية غير مباشرة . وتسمى مثل هذه الطريقة بالإضاءة نصف المباشرة .

تجربة ٨٩

كيف تحصل على اضاءة صناعية فى منزلك ؟

استغرق بضع دقائق لملاحظة كيف يضاء منزلك أثناء النهار . هل يمكنك القراءة فى أغلب الحجرات بدون ضوء صناعى ؟ هل لدى والدتك ضوءاً كافياً لتحيك الملابس فيه ؟ ما هى مصادر الضوء التى تستخدمها ليلا ؟ هل هى مباشرة ، أو غير مباشرة ، أو نصف مباشرة ؟ وربما أمكنك أن تقترح على والديك كيف يمكن تحسين الإضاءة إذا كانت غير مرضية .

تؤثر السطوح على توزيع الضوء

تعتمد كمية الضوء المنعكس من سقف وجدران حجرة على اللون وعلى ملاسة هذه السطوح . ويمكن التحكم فى كفاية واستهلاك الإضاءة لحد ما باستخدام ألوان تعكس وتشتت الضوء . ويبين الجدول الآتى النسبة المئوية التى ينعكس بها الضوء المشتت بألوان مختلفة .

اللـــون	النسبة المئوية الضوء المنعكس
أبيض...	٧٥
رصاصى بلون اللؤلؤ	٧٠
أخضر لامع	٦٧
أصفر فاقع	٦٢
كريم...	٥٥
أزرق سماوى	٣٠
أحمر قرمزى...	٢٧
بنى	١٨
بنى ضارب إلى الاحمرار	٥

المصباح الفلوريس

أنت تعرف استعمالات كثيرة للمصابيح الفلورسية . فتستخدم فى إضاءة اللحوم والحلويات والأصناف القابلة للتلف المعروضة على أرفف مبردة حيث إنه من الأهمية بمكان حفظ درجة الحرارة منخفضة . كما تستخدمها المطاعم والمدارس والمكاتب والمصانع وكثير من المكتبات العامة ، معلقة فى الأسقف لتعطى مباشرة استضاءة قوية بوهج قليل . وربما كان هناك فى منزلك مصباح فلوريسى فوق حوض المطبخ أو زوجاً قصيراً من المصابيح الفلوريسية الأنبوبية فى الحمام .

فعندما يمر تيار كهربى فى مصباح فلوريسى ، فإن بخار الزئبق يسمح للكهربا بالمرور من أحد طرفى الأنبوبة إلى طرفها الآخر . وتشع أشعة فوق بنفسجية . وعلى جدار الأنبوبة الفلوريسية من الداخل توجد طبقات من مواد كيموية تتوهج عندما تسقط عليها أشعة الضوء فوق البنفسجية . وبذلك فتوهج المواد الكيموية هو الذى يشع أشعة الضوء المنظور من الأنبوبة الفلوريسية.

وللمصـــابيح الفلوريسية درجات حرارة أقل من درجات حرارة المصابيح الكهربية العادية أثناء إضاءتها . وتعطى نفس الكمية من الكهربا ،

إضاءة أكثر مما تعطيها المصابيح ذات الفتائل . كذلك يمكن التحكم فى لون الضوء الناتج من مصباح فلوريسى وذلك باختيار المواد الكيموية التى يطلى بها جدار الأنبوبة الداخلى . ويسمح شكل الأنابيب الفلوريسية المستدير وأطوالها أن يعطى المصباح ضوءاً على السطح بدون أن يكون ظلالا .

اختبر معلوماتك

١ — اشرح كيف تقل شدة الإضاءة مع البعد عن مصدر الضوء .

٢ — لماذا لا يستحب الوهج ؟ وكيف يمكن تلافيه ؟

٣ — اذكر أسماء الأجزاء الأساسية فى مصباح كهربى واشرح فائدة كل جزء .

٤ — ما هى الثلاث الطرق الهامة المستخدمة فى توزيع الضوء ؟ وما هى مميزاتها وعيوبها ؟

٥ — لماذا كانت ألوان الجدران والأسقف هامة فى إضاءة المنزل ؟

٦ — اشرح باختصار كيف يتركب مصباح فلوريسى . وما هى مميزاته على المصابيح ذات الفتائل ؟

المسألة الخامسة - لماذا يكون للأشياء ألوانا ؟

هل تفضل تفاحة لونها أحمر قاتم على أخرى لونها أصفر ناصل (فاتح) لأنك تستحسن الأحمر دون الأصفر ؟ وربما يحب والدك الحلل البنية اللون وأربطة العنق الخضراء . فتفضيلنا وأذواقنا فى الألوان خبرة شخصية لأن ذوقنا فى الألوان يتأثر بعوامل كثيرة .

فاللون هو ما نرى عندما تتأثر أعيننا بالموجات الضوئية المختلفة الأطوال . تتذكر من دراستك للمسألة الأولى فى هذا الفصل أن المنشور يحلل حزمة من ضوء الشمس إلى أطوال موجية مختلفة . وكل طول موجى من الضوء يحدث تأثيراً لونياً مختلفاً فى أعيننا .

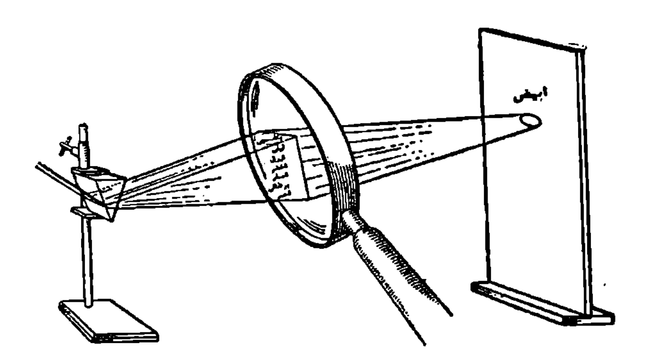
فعندما تسقط أشعة الشمس أو ضوء أبيض على جسم ما ، فان لون الجسم يتوقف على الأطوال الموجية التى يعكسها الجسم . فمثلا إذا عكست قطعة

من الورق كل الألوان الموجية للطيف بالتساوى ، فان الورقة تظهر بيضاء . وإذا كان سطح يعكس الطول الموجى الذى يحدث اللون الأحمر وحده ويمتص موجات الطيف الأخرى ، فان السطح يظهر باللون الأحمر . واللون الأسود معناه عدم وجود لون لأن الجسم الأسود يمتص كل الموجات الضوئية للطيف .

تجربة ٩٠

كيف يمكن تجميع الوان الطيف ؟

ضع منشوراً بحيث يحلل أشعة الشمس إلى طيف ينتشر على حاجز أبيض. وضع عدسة قراءة كبيرة بين المنشور والحاجز كما هو مبين فى شكل ٩٦ . عدل وضع العدسة بحيث يكون بعدها عن الحاجز مساوياً لبعدها البؤرى . ماذا يظهر على الحاجز ؟



(شكل ٩٦) يحلل المنشور الزجاجى الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف السبعة ، وتجمع العدسة الألوان مرة أخرى إلى الضوء الأبيض

كانت البقعة المضيئة على الحاجز بيضاء لأن كل ألوان الطيف كانت متجمعة . ولو قد امتصت بدلا من انعكاسها ، لظهرت بقعة سوداء على الحاجز .

خلط الالوان

تعرف ألوان الطيف السبعة بالألوان النقية . وتسمى الثلاثة الألوان النقية الأحمر والأخضر والأزرق بالألوان الأساسية حيث إنه لا يمكن الحصول عليها بمزج الألوان الأخرى . ولكن عندما يمزج كل لونين من الأحمر والأخضر

والأزرق مع بعضهما أو عندما تمزج الثلاثة الألوان مع بعضها بنسب مختلفة ، يمكن الحصول على كل الألوان الممكنة الأخرى . ويسمى الأزرق والأصفر بالألوان المتكاملة ، فيحدثا لوناً أبيض عند مزجهما ببعض.

تجربة ٩١

كيف تخلط اللون الازرق واللون الاصفر لتحصل على لون أخضر ؟

ارسم على السبورة حزمة واسعة بطباشير أزرق . وارسم على جزء من الحزمة الزرقاء ، حزمة ضيقة بطباشير أصفر . فتكون الآن قد مزجت الأزرق والأصفر . فما اللون الذى تحصل عليه ؟ ارسم بطباشير أحمر فوق الأخضر الناتج من مزج الأزرق بالأصفر ، فما اللون الذى تحصل عليه ؟

يمتص الأزرق كل الضوء ما عدا الأخضر والأزرق ، فانه يعكسهما . ويمتص الأصفر كل الضوء ما عدا الأصفر والأخضر . فعندما نخلط الأزرق والأصفر ، فيمتص الأزرق الأصفر ويمتص الأصفر اللون الأزرق . وبما أن كليهما يعكس الأخضر فيكون هو اللون الذى نراه .

التعب اللونى

ربما كانت مجموعة الألوان التى تسر شخصاً ما ، تسىء شخصاً آخر . وربما يشعر الشخص الثانى أن الألوان متضاربة . فالحروف المكتوبة باللون الأزرق المائل إلى الاخضرار على أرضية ذات لون أحمر ، تبدو كأنها تتذبذب بالقرب من أطرافها . واللون الأحمر الزاهى المشاهد فى ضوء قوى ، سريعاً ما يتعب أجزاء العين والمخ التى تتأثر بأشعة الضوء الحمراء المنعكسة .

ويتعب الأحمر والأزرق الزاهيان ، العينين بسرعة أكبر . ولا يجب استعمال المصابيح ذات الألوان الحمراء أو الزرقاء فى عمل دقيق على سطوح ذات ألوان متعددة .

هل لاحظت مرة خشبة مسرح تتغير فيه ألوان الملابس فجأة من وقت لآخر ؟ وكان التغيير يعمل بتصويب أشعة ضوئية ذات ألوان مختلفة على الملابس.

وللحصول على أحسن النتائج المرضية، يتطلب دراسة تأثير مزج الألوان بصبر عظيم.

ولقد دلت بعض الاختبارات على أن اللون يؤثر فى العواطف . فاللون الأحمر يهيجنا والأزرق مقبض لنا والبنفسجى يحزننا . ويجب أن تكون الألوان المحيطة بنا بهيجة وجذابة .

اختبر معلوماتك

١ – لماذا تظهر المواد عادة بألوان مختلفة عند رؤيتها تحت ضوء صناعى ولا يحدث هذا عند مشاهدتها فى ضوء النهار ؟

٢ – عرّف : اللون ، الطيف ، الألوان الأساسية ، الألوان المتكاملة .

٣ – إذا صحنت قطع طباشير متساوية الطول ذات ألوان أحمر وأزرق وأصفر وقلبت مسحوقها ، فما اللون الذى يرى ؟

٤ – كيف تؤثر المعرفة بالألوان فى تزيين المنزل ؟

٥ – ما الذى يسبب تعب الألوان ؟ وكيف يمكن تجنبه ؟

الطاقة والضوء

يحتوى الطيف المنظور على أطوال موجية من أقصر بنفسجى إلى أطول أحمر . وهذا جزء صغير جداً من كل طيف الطاقة المشعة . فيلى البنفسجى المنظور توجد الأشعة فوق البنفسجية وأشعة اكس، وإشعاعات الراديوم والأشعة الكونية وهى الأقصر طولا. وفوق أحمر الطيف المنظور توجد الأشعة تحت الحمراء وموجات اللاسلكى القصيرة وموجات اللاسلكى الطويلة ثم الموجات الكهربية وهى الأكثر طولا . وتنتقل كل هذه الموجات التى فى طيف الطاقة المشعة بسرعة حوالى ١٨٦٠٠٠ ميل فى الثانية وتنتقل عبر الفراغ . ويمكن لبعضها اختراق الرصاص والحجر والأسمنت المسلح . ويمكن انتقال الطاقة بوساطة موجات طيف الطاقة المشعة .



(شكل ٩٧) جهاز الراديومتر يتأثر بالأشعة تحت الحمراء التى تسبب دوران المروحة .

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الأولى

الضوء صورة للطاقة ، ويسير فى خطوط مستقيمة .

لضوء الشمس موجات دقيقة غير متساوية الطول تحدث ألواناً وتسمى السبعة الألوان النقية لضوء الشمس بالطيف الشمسى .

الأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء غير مرئيتين .

المواد إما أن تكون شفافة أو نصف شفافة أو معتمة .

يمكن للضوء أن ينعكس وأن ينكسر . وتتكون أقواس قزح عندما ينكسر الضوء خلال قطرات الماء .

زاوية السقوط تساوى زاوية الانعكاس .

تنحنى أشعة الضوء المنكسرة نحو جزء العدسة الغليظ ، ويمكن استخدام الضوء فى التكبير .

العدسات المحدبة أكثر غلظاً قرب الوسط ، والعدسات المقعرة أكثر رقة قرب الوسط . ولدى كلٍّ فى عينيك عدسة محدبة .

المسألة الثانية

نحن نرى الأجسام التى تعكس الضوء .

تنحرف الأشعة الضوئية المارة خلال عدسة محدبة نحو النقطة البؤرية التى تسمى البؤرة . ويقاس البعد البؤرى من منتصف العدسة إلى البؤرة .

كلما كانت العدسة أكثر غلظاً ، كانت الصورة أقرب إليها .

الأجزاء الأساسية فى عين الإنسان هى العدسة والقرنية والحدقة وإنسان العين .

عيوب الإبصار الشائعة هى قصر النظر وطول النظروالاستجماتزم .

تصحح العدسات المحدبة طول النظر ، وتصحح العدسات المقعرة قصر النظر ، أما الاستجماتزم فيحتاج إلى عدسات تشكل خصيصاً له .

المسألة الثالثة

يمكن مد الرؤية بوساطة تلسكوب ومناظير الأوبرا والمجهر الثنائى ذى المنشور .

الميكروسكوب البسيط يجعل الأجسام الصغيرة تبدو أكبر ، تحتوى بعض الميكروسكوبات على مجموعات من العدسات .

الصور المتحركة هى خدعة ضوئية تعتمد على استمرار رؤية صورة جسم لفترة زمنية صغيرة تبلغ $\frac{1}{16}$ من الثانية . وترى ست عشرة صورة فى الثانية فى الأفلام الصامتة ، أما الناطقة فترى ٢٤ صورة فى الثانية .

المسألة الرابعة

تقل شدة الإضاءة كلما زاد البعد عن مصدر الضوء . فالجسم الذى يبعد عن مصدر الضوء بمقدار الضعف ، يصل إليه فقط ربع كمية الضوء .

يتوزع الضوء بطرق مباشرة وغير مباشرة أو نصف مباشرة .

تحدث الإضاءة الفلوريسية ضوءاً هادئاً بوهج بسيط . وكذلك فهى أقل سخونة وأرخص من الإضاءة بمصابيح فتيلية .

المسألة الخامسة

الأطوال الموجية المختلفة لضوء منعكس تسبب تلون الأجسام .

يمكن رؤية الألوان الطبيعية فى الضوء الأبيض فقط . ويحتوى الضوء الأبيض على كل ألوان الطيف .

يمتص السطح الأسود كل الموجات الضوئية للطيف .

اسئلة للمناقشة

١ – صف تأثير مرآة محدبة على أشعة ضوئية متوازية . وكذلك تأثير عدسة محدبة وعدسة مقعرة .

٢ – صف الأنواع المختلفة من العدسات التى تستخدم لتصحيح عيوب العين.

٣ – ماذا يقصد بالبؤرة والبعد البؤرى ونصف شفاف والانكسار والشبكية، بقاء رؤية الصورة لفترة زمنية صغيرة ، والألوان الأساسية ؟

٤ — كيف يمكن تجنب إجهاد العين ؟
٥ — لماذا يظهر الثلج شفافاً ويظهر الجليد بلون أبيض ؟
٦ — لماذا كانت الإضاءة الفلورسية مرغوباً فيها أكثر من إضاءة مصابيح الإنارة الكهربية العادية ؟
٧ — ماذا يكون لون السماء إن لم يكن هناك هواء جوى حول الأرض ؟
٨ — ماذا يحدد لون جسم ما ؟
٩ — اشرح كيف تتشابه عين الإنسان والكاميرا . وكيف لا تتشابهان ؟

تمرين على حل المسائل

فى يوم من أيام الخريف الحارة ، بينما كان جيرى يمر بعربة واقفة شم رائحة احتراق ملابس ورأى سحب الدخان تخرج من النوافذ شبه المغلقة ومن حسن الحظ كانت الأبواب غير موصدة ، ففتح كل الأبواب بسرعة وأخرج معظم الدخان من الداخل بوساطة التهوية ، وبحث عن اللهب .

ورأى على وسادة المقعد الأمامى دورقاً زجاجياً مملوءاً بسائل عديم اللون وعلى بعد حوالى قدم واحدة من قاعدة الدورق كانت الوسادة تحترق بدون دخان وكان فى كم جاكتة قديمة موضوعة على الوسادة حرقاً طولياً تقريباً .

رأى جيرى دلواً قرب خرطوم يخرج منه الماء . فملأ الدلو بالماء وبلل الوسادة جيداً . وقال لنفسه « ستساعد حرارة الشمس على تبخير الماء » .

وفى أثناء تناول وجبة العشاء ، ناقش والده فى أسباب الحريق الممكنة .

اقرأ التمرين ثانياً وحلل الأسباب المعقولة التى استخدمها جيرى فى تحليل الموقف .

ما التعليلات التى تفترضها أن تكون سبب نشوب الحريق ؟ وكيف تختبر كل افتراض لك ؟ ما هى القواعد العلمية المستخدمة فى تعليلاتك المفترضة وطرق اختبارها ؟

٩
كيف نحصل على الكهرباء وكيف نستخدمها

لقد شوهدت بعض ظواهر مغناطيسية وكهربية منذ قرون خلت . وعلى أن استخدامها العملى قد زاد حديثاً إبان القرن الحالى . فاستخدم كولومبس بوصلة مغناطيسية أولية فى رحلته إلى أمريكا . كما أننا نستخدم الآن تأثيرات مغناطيسية فى تليفوناتنا وفى أجهزة قياس السرعة بسياراتنا وأجراس الأبواب . وآلاف من الموتورات الكهربية ترفع أو تخفض المصاعد الكهربية فى ناطحات السحاب وتدير ماكينات غسل الملابس والثلاجات الكهربية وكثير من الأجهزة الأخرى فى منازلنا . وكذلك تتحول الطاقة الكهربية إلى حرارة وضوء وفى بعض الأحيان تتحول إلى طاقة كيموية .

والكهربا أحد المصادر السهلة القيمة للحصول على الطاقة . وهى ليست كالطاقة الحرارية أو الكيموية التى يجب أن تستخدم بالقرب من المكان الذى تنتج فيه ، فيمكن نقل الكهربا لمسافات بعيدة . وربما تأتى الكهربا التى تستخدمها فى منزلك من محطة توليد كهربية تبعد عن منزلك بمئات الأميال .

فى دراسة هذا الفصل الذى يحتوى على كثير من التجارب الشيقة وأحياناً مدهشة ، ستعرف كيف تخدم الكهربا الإنسان .

المسائل التى سوف نعالجها

١ — من أين تأتى الكهربا الإستاتيكية ؟
٢ — كيف تستخدم المغناطيسية ؟
٣ — كيف نحصل على الكهربا ؟

٤ – كيف تقاس شدة التيار الكهربى ؟

٥ – كيف تنقل إلينا الكهربا ؟

٦ – كيف نستخدم الكهربا ؟

المسألة الأولى - من أين تاتى الكهربا الاستاتيكية ؟

هل أعجبك البرق أثناء عاصفة رعدية صيفاً ؟ هل شعرت برعشة خفيفة عند لمس معدن بعد المشى على سجادة ؟ هل أزعجتك أصوات قرقعة فى الراديو؟ ستعرف فى هذه المسألة كيف تحدث كل هذه الأشياء ، وستفهم كيف تنتج الكهربا الاستاتيكية وكيف يتحكم فيها .

الشحنات الساكنة

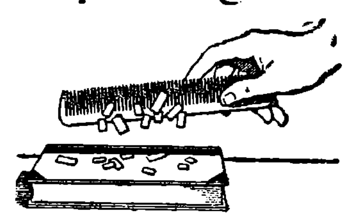
المعتقد الآن أن الاحتكاك بين قطرات المطر الساقطة خلال تيارات الهواء المرتفعة تسبب شحن السحب بالكهربا ، وأن هذه الشحنات تسبب البرق . فعندما يتحرك لورى حاملا جازولين على الشوارع والطرق الرئيسية ، يسبب الاحتكاك بين اللورى والأرصفة تراكم شحنات كهربية على سطح اللورى . ويقال إن بعض الكهربا ساكنة (استاتيكية) حيث إنها لا تتحرك . وتوصل هذه الشحنات الساكنة إلى الأرض بوساطة سلسلة يمكن رؤيتها ملامسة للأرض خلف اللورى . وإذا لم يتخلص من الشحنات الاستاتيكية فانها تحدث شرارة يمكنها إشعال الجازولين عندما يفرغ من اللورى .

تجربة ٩٢

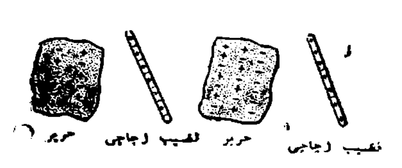
كيف تحدث شحنات استاتيكية بوساطة الاحتكاك ؟

مزق قطعة من الورق إلى أجزاء صغيرة . واسحق قطعة من الفلين إلى أجزاء صغيرة جداً . أدلك الآن قطعة من المطاط الصلب بقطعة من الصوف وقربها من قطع الورق الصغيرة . أدلك القضيب مرة أخرى وقربه من قطع الفلين الصغيرة . أدلك قضيباً من الزجاج بقطعة من الحرير وقربه من قطع الورق

الصغيرة . أدلك القضيب الزجاجى مرة أخرى وقربه من قطع الفلين . لماذا تنجذب قطع الورق والفلين ؟



(شكل ٩٨) تظهرالشحنات الكهربية على أجسام كثيرة بالدلك . لماذا تنجذب قطع الورق الصغيرة ؟



(شكل ٩٩) قضيب زجاجى وقطعة من الحرير قبل وبعد دلكهما . هل تلاحظ الفرق ؟

يمكن أن تظهر الكهربا فى أى جسم بالاحتكاك . دعنا نر السبب . يعتقد العلماء أن ذرات كل المواد تتكون من بروتونات والكترونات. والبروتون جسم ذو شحنة كهربية موجبة ، أما الألكترون فشحنته سالبة . وبمعنى آخر أن المادة تتكون من دقائق ذات شحنات كهربية .

تجربة ٩٣

كيف تثبت أن الشحنات الاستاتيكية مختلفة ؟

اربط قطعة ملفوفة من الورق أوكرة نخاع البيلسان بخيط حريرى معلق فى حامل مناسب . اشحن مشطاً أو قضيباً من المطاط بشحنة استاتيكية وذلك بدلكها بالغراء ثم قربها من قطعة الورق . لاحظ ما يحدث؟ ثم المس قطعة الورق لتفرغها من الكهربا . ولامس المشط بأنبوبة مياه لتفرغه كهربياً . ابدأ بإجراء التجربة ثانية ثم كررها إلى أن تتأكد من أنك أخذت كل الملاحظات التى تحتاج إليها .

وأجب على الأسئلة الآتية :

١ — ماذا حدث عندما قرب القضيب المشحون لأول مرة إلى قطعة الورق المعلقة ؟

٢ — ادرس شكل ١٠٠ . لماذا حدث هذا ؟

٣ — ما مقدار المسافة التى انجذبها كل من القضيب وقطعة الورق إلى بعضهما؟
٤ — ادرس شكل ١٠٠ مرة أخرى . ماذا حدث عندما لامست قطعة الورق القضيب ؟
٥ — فسر الآن بنظرية حركة الالكترونات لماذا حدثت الظاهرة الأخيرة والمبينة فى آخر شكل ١٠٠ ؟

كانت قطعة الورق والقضيب المطاطى متعادلين كهربياً فى أول الأمر ، أى إن كلا منهما كان محتوياً على عدد من البروتونات مساوية لعدد الألكترونات وعندما دلك القضيب بالغراء ، تسربت الألكترونات من الغراء إلى سطح القضيب معطية إياه شحنة سالبة . وعندما قرب القضيب ذو الشحنة السالبة من قطعة الورق المتعادلة كهربياً ، تنافرت الالكترونات التى على سطح قطعة الورق إلى أبعد جزء فيها تاركة الجزء المقابل للقضيب مشحوناً بشحنة موجبة . والآن تتجاذب الشحنات المخالفة ، السالبة التى على القضيب والموجبة التى على الجزء القريب من قطعة الورق ، مع بعضها . وبذلك انجذبت قطعة الورق ولامست القضيب السالب التكهرب . وعندما تم التلامس ، انتقلت بعض الالكترونات من القضيب إلى قطعة الورق لتعادل الشحنات الموجبة . وبذلك اكتسبت قطعة الورق كمية أزيد من الالكترونات وبهذا أصبحت سالبة التكهرب . وكان التنافر النهائى بين القضيب وقطعة الورق يسبب الشحنات المتماثلة ، فالشحنات السالبة على القضيب تتنافر مع الشحنات السالبة على الورق .

ينتج عن الاحتكاك شحنات استاتيكية وذلك لأنه يكسب أو يفقد المادة الكترونات . فاذا اكتسب الجسم الكترونات ، فانه يصبح سالب التكهرب

تتنافر الالكترونات التى على القضيب المشحون بشحنة سالبة مع الالكترونات التى فى قطعة الورق المتعادلة

تنتقل الالكترونات من القضيب الى قطعة الورق

تنافرت قطعة الورق المشحونة بشحنة سالبة مع القضيب المشحون بشحنة سالبة

(شكل ١٠٠) عندما تتحرك الالكترونات تسبب شحن الأجسام بشحنات موجبة وسالبة فاذا تركت الالكترونات جسما ، فيصبح موجب التكهرب . وعندما يكتسب جسم الكترونات ، فإنه يصبح سالب التكهرب.

وإذا فقد الجسم الكترونات ، فانه يصبح موجب التكهرب . فى التجربة السابقة ، قبل دلك القضيب المطاطى بالغراء ، كان القضيب وقطعة الزرق متعادلين كهربياً ، ثم أحدث الاحتكاك شحنة سالبة على القضيب .

عندما يقرب جسم سالب التكهرب إلى جسم موجب التكهرب ، ينجذب كل إلى الآخر . أما إذا كان الجسمان موجبى التكهرب أو سالبى التكهرب ، فانهما يتنافران . يمكنك أن تقول القاعدة باختصار مثل « تتنافر الشحنات المماثلة وتتجاذب الشحنات المختلفة » .

عندما تمشط شعرك فى يوم جاف بارد ، تنتقل الكترونات من الشعر إلى المشط وتكسبه شحنة سالبة ويصير الشعر موجب التكهرب . تذكر أن الشحنات المختلفة على المراد تسبب تجاذباً . والآن يجب أن تعرف لماذا يقف شعر رأسك عند محاولته لتتبع المشط . لا تلاحظ أنت هذه الظاهرة عندما يكون الهواء رطباً ، لأن الهواء الرطب أكثر من الهواء الجاف فى توصيل الشحنات الكهربية ، فتهرب الشحنات الاستاتيكية إلى الهواء .

البرق

لقد أخاف البرق وأعجب كثيراً من الناس . ويدرس اليوم كثير من العلماء أسباب حدوث البرق وتأثيراته . وقد أثبتوا خطأ المثل القديم الذى يقول ان البرق لا يحدث مطلقاً مرتين فى نفس المكان . فالسحب مشحونة كهربياً ، وهى إذ تتراكم فوقها الشحنات الكهربية ، وغالباً ما تكون الأسطح العليا للسحب موجبة التكهرب ، فتتراكم الشحنات السالبة إذن على الأسطح السفلى لهذه السحب .

يضطرب الهواء بشدة أثناء ريح رعدية وتدور التيارات الهوائية حول بعضها . والأرض نفسها ، فى الجو الصحو ، تكون ذات شحنة كهربية سالبة ، ولكن فى منطقة الريح ، تصبح الأرض موجبة التكهرب . وتظهر ومضات البرق انتقال الالكترونات من الأرض إلى السحب ومن السحب

إلى الأرض ومن سحاب إلى سحاب فوقه . وتظهر صور وميض البرق انتقالات إلى أعلى أكثر منها إلى أسفل .

يقتل البرق مئات من الناس سنوياً . ولذلك فمن الضرورى أن نأخذ بعض الاحتياطات أثناء عاصفة مشحونة . فسواء كنت بالداخل أم بالخارج ، ابتعد دائماً عن الموصلات الكهربية التى تلامس الأرض . وابتعد عن الأبواب والنوافذ المفتوحة وعن التليفون وأجهزة الإشعاع الحرارى .

وإذا كنت خارج المنزل وقت اقتراب عاصفة ، فحاول الاحتماء داخل أى منزل أو أى مبنى آخر . وإذا لم تستطع الدخول داخل أى مبنى فابتعد عن الأسوار والمراد الأخرى المعدنية . ولا تقف تحت شجرة كبيرة بل تكون أكثر مأمناً إذا استلقيت فى مكان مكشوف .

وتساعد القضبان المدببة على حماية كثير من المبانى من خطر البرق . فتوضع هذه القضبان المدببة على الأسطح وتوصل إلى الأرض بسلك نحاسى . فيحمل السلك النحاسى الكهربا الاستاتيكية إلى الأرض قبل أن يتم التراكم الخطر للشحنات على سطح المبنى .

اختبر معلوماتك

١ — فسر لماذا يمكن رؤية شرار كهربى عندما يربت على فراء قط فى الظلام .

٢ — ما الفرق بين جسم مشحون بشحنة سالبة وآخر مشحون بشحنة موجبة ؟

٣ — كيف تتجنب خطر البرق ؟

٤ — ما هى ومضات البرق ؟

المسألة الثانية - كيف نستخدم المغناطيسية ؟

ربما تكون قد قرأت قصة الليالى العربية المشوقة (ألف ليلة) ، التى تصف جبلا له قدرة خارقة على انتزاع المسامير من السفن ، وربما تكون قد لعبت بلعب تستخدم مغناطيسات لتقوم بحيل غريبة . وغالباً ما يحضر الرحالة إلى ذويهم قطعاً من الصخور التى تجذب المسامير الصغيرة وقصاصات الورق .

وقد ابتدأت الدراسة العلمية للمغناطيسية بتجارب السير وليليام جيلبرت الإنجليزى ، حوالى عام ١٦٠٠ .

المغناطيسيات

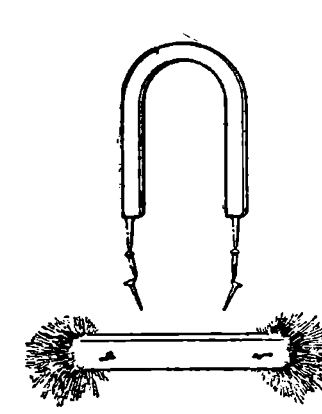
كل المغناطيسيات لها نفس الخاصية وهى أنها تجذب الحديد سواء وجدت فى صخور طبيعية أو عملت بطرق صناعية . ويسمى المغناطيس من الصخور الطبيعية باسم (لودستون) ومعناها « الحجر الموجِّه » .

تجربة ٩٤

كيف تثبت أن المغناطيسات لها أقطاب ؟

ضع قضيباً مغناطيسياً على قطعة من الورق . انثر برادة حديد على القضيب من علبة لها فوهة ذات ثقوب . اقلب المغناطيس بلطف لترى ان كانت تسقط بعض البرادة . أزل البرادة العالقة بالمغناطيس ، وقرب المغناطيس من البرادة التى على الورق . لماذا تتجمع البرادة ؟

تكون القوة المغناطيسية التى تجذب برادة الحديد أكبر ما يمكن عند نهايتى القضيب الممغنط . وتسمى هذه الأطراف بالقطب الشمالى (ش) والقطب الجنوبى (ج) . انظر شكل ١٠١ . وللمغناطيسات أشكال عديدة . تسمى قضبان الصلب الأسطوانية أو المستوية بعد مغنطتها ، بالقضبان المغناطيسية . وإذا ثنيت على شكل حرف U كبير قبل مغنطستها فتسمى مغناطيسات على شكل حرف U (مغناطيسات حدوة الفرس). ستعرف فى مسألة تالية كيف يستخدم تيار كهربى لمغنطة قطعة من الصلب أو الحديد المطاوع لعمل قضيب مغناطيسى



(شكل ١١٠) مغناطيسات صناعية تتمغنط مسامير التثبيت والمسامير المحواة ، بالمغناطيس الذى على شكل حرف U . وتتمغنط برادة الحديد بالقضيب الممغنط .

أومغناطيس على شكل حرف U . ويجب العناية فى تداول المغناطيسات حتى لا تفقد مقدرتها على الجذب . كما أن المغناطيسات تفقد قوة جذبها للأشياء إذا سخنت .

المواد المغناطيسية

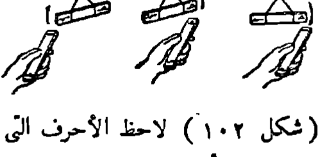
ليست كل المواد مواد مغناطيسية . فهناك فقط بضع مواد يمكن استخدامها لعمل مغناطيس . فيستخدم عادة الحديد والصلب . وعلى كل حال فالنيكل والكوبلت . تحتفظ أيضاً بالمغناطيسية . ويصهر العلماء أحياناً خليطاً من هذه المواد ومواد أخرى لتكون سبائك مغناطيسية . وتنتج سبيكة ما عند صهر مجموعة من معادن بالتسخين والتقليب ثم تبرد ثانياً لتتصلب .

يجذب مغناطيس علبة عادية من القصدير . تصنع علبة القصدير عادة من لوح من الحديد مغطى بطبقة رقيقة جداً من القصدير . وبذلك فالمغناطيس يجذب الحديد دون القصدير .

تجربة ٩٥

ما هو قانون المغناطيسية ؟

علق قضيباً مغناطيسياً فى خيط متين بحيث يكون معلقاً فى وضع أفقى . قرب القطب الشمالى لمغناطيس آخر من القطب الشمالى للمغناطيس المعلق بعد أن يسكن . ثم قرب القطب الجنوبى للمغناطيس الثانى من القطب الشمالى للمغناطيس الأول . كيف تؤثر الأقطاب المتشابهة للمغناطيسات فى بعضها ؟ وكيف تؤثر الأقطاب غير المتشابهة فى بعضها ؟



(شكل ١٠٢) لاحظ الأحرف التى تدل على نوع أقطاب المغناطيسات . لاحظ الأسهم وانظر هل فى استطاعتك أن تذكر قانون المغناطيسية

يجب أن تكون قد لاحظت أن المغناطيس المعلق يسكن دائماً فى وضع الشمال ــ الجنوب المغناطيسى . ويجب أن تكون أيضاً قد لاحظت أن الأقطاب المتشابهة تتنافر ، أو تبتعد عن بعضها ، وأن الأقطاب المغناطيسية المختلفة تتجاذب

مع بعضها . وهذا هو قانون المغناطيسية الأساسى . هل لاحظت أيضاً أن قوة التجاذب تكون أكبر عندما تقرب الأقطاب المختلفة من بعض ؟

ليس ضرورياً أن تتلامس فعلا الأقطاب المختلفة لمغناطيسين قبل أن نتمكن من مشاهدة قوة تجاذبهما . وستساعدك التجربة التالية على معرفة صحة هذا.

تجربة ٩٦

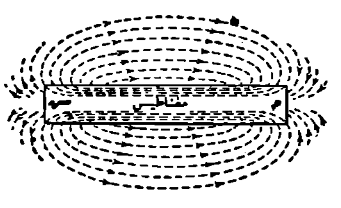
كيف يمكنك دراسة المنطقة المحيطة بمغناطيس ؟

ضع لوحاً من الزجاج على قضيب مغناطيسى وضع قطعة من الورق فوق اللوح الزجاجى . انثر برادة حديد فوق قطعة الورق . اطرق بإصبعك بلطف على قطعة الورق فى وسطها . واعمل رسماً ليبين ترتيب برادة الحديد .

المجال المغناطيسى

تبين الخطوط المنحنية لبرادة الحديد ، التى شوهدت فى التجربة السابقة، تبين خطوط القوى المغناطيسية . فهى مقوسة فى المنطقة من القطب الشمالى إلى القطب الجنوبى . وتسمى المنطقة المحيطة بالمغناطيس والمحتوية على خطوط القوى بالمجال المغناطيسى .

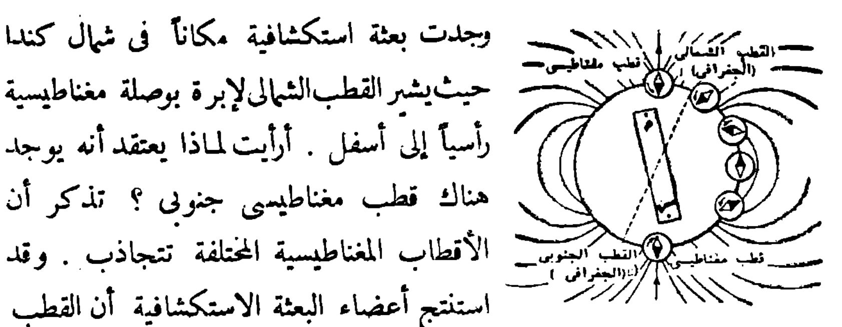
أما خطوط القوى الحقيقية فهى غير مرئية بالطبع . ولا تتقاطع المنحنيات المقفلة. وللمغناطيسيات القوية خطوط قوى فى مجالاتها المغناطيسية أكثر من التى للمغناطيسات الضعيفة. وتحدد خطوط القوى بأنها تخرج من القطب الشمالى وتدخل فى القطب الجنوبى وأن مساراتها غير متقطعة .



(شكل ١٠٣) تحيط خطوط القوى المغناطيسية بالمغناطيس.وهناك خطوط أخرى ليست مبينة فى الشكل ، تحيط تماماً بالمغناطيس .

مغناطيسية الأرض

تعتبر كرتنا الأرضية مغناطيساً . وقد اعتقد الناس قبل تجارب جلبرت ، أن إبرة بوصلة مغناطيسية كانت تشير نحو النجم القطبى ومنذ ذلك الحين ،



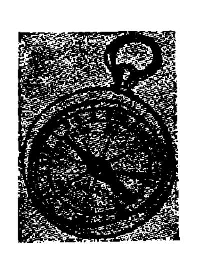
(شكل ١٠٤) الأرض مغناطيس ضخم . لاحظ أن القطب المغناطيسى الذى فى نصف الكرة الأرضية الشمالى له فى الحقيقة مغناطيسية جنوبية ، وأن القطب المغناطيسى الذى فى نصف الكرة الأرضية الجنوبى له مغناطيسية شمالية . ما تأثير هذا على بوصلة مغناطيسية

وجدت بعثة استكشافية مكاناً فى شمال كندا حيث يشير القطب الشمالى لإبرة بوصلة مغناطيسية رأسياً إلى أسفل . أرأيت لماذا يعتقد أنه يوجد هناك قطب مغناطيسى جنوبى ؟ تذكر أن الأقطاب المغناطيسية المختلفة تتجاذب . وقد استنتج أعضاء البعثة الاستكشافية أن القطب الشمالى للبوصلة أشار رأسياً إلى أسفل لأنه انجذب بالقطب الجنوبى للمغناطيسية الأرضية .

وقد وجدت بعثة استكشاف إلى المنطقة الجنوبية مكاناً ، يبعد كثيراً عن جنوب استراليا ، يشير فيه القطب الجنوبى المغناطيسى لبوصلة رأسياً إلى أسفل . وقد استنتج أعضاء البعثة الاستكشافية أن قطباً شمالياً يجب أن يكون هناك تحت طبقات الثلج والجليد .

ويبعد كل من القطب المغناطيسى الذى فى شمال كندا والقطب المغناطيسى الذى فى المنطقة الجنوبية بمئات الأميال عن القطبين الجغرافيين الشمالى والجنوبى بالترتيب . ربما يساعدك شكل ١٠٤ فى معرفة مواضع أقطاب الأرض المغناطيسية

البوصلة المغناطيسية



(شكل ١٠٥) البوصلة المغناطيسية . الإبرة عبارة عن مغناطيس . لماذا يشير القطب الشمالى نحو الشمال ؟ هل تتجه الإبرة دائماً نحو الشمال الجغرافى الحقيقى ؟ فسر ذلك .

لقد استخدمت البوصلة المغناطيسية منذ عدة قرون . وربما كان مما ساعد على اكتشاف أمريكا وجود بوصلة مغناطيسية أولية . وفى القرون الماضية اعتاد البحارة حمل إبرة من الحديد الصلب وقطعة من الحجر الموجه ، وبلمس الإبرة للحجر الموجه تصبح الإبرة الحديدية مغناطيساً . فعندما توضع على قطعة صغيرة من الخشب عائمة فى وعاء به ماء ، فتأخذ الإبرة الممغطسة اتجاه الشمال — الجنوب المغناطيسى . وللبوصلة

المغناطيسية الحديثة إبرة صلبة ممغطسة حرة الحركة . ونقطة ارتكازها هى مركز دائرة مطبوع على محيطها الاتجاهات الجغرافية كما هو مبين فى شكل ١٠٥ ويؤثر مجال الأرض المغناطيسى على الإبرة الممغنطة فى البوصلة الحديثة كما أثر فى البوصلة البدائية فى أى مركب فى أيام كولومبس .

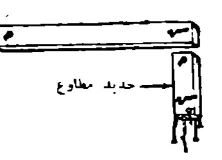
المغناطيسية التأثيرية

يعتقد أن المغناطيسية تؤثر فى ترتيب الجزيئات فى المواد المغناطيسية . ويتمغنط الحديد المطاوع عندما يوضع فى مجال مغناطيسى . وقد وضحت هذه الحقيقة بوساطة برادة الحديد التى نثرت على قطبى مغناطيس دائم . ويعتقد العلماء أن جزيئات الحديد المطاوع أو الصلب الموضوع فى مجال مغناطيسى ، ترتب نفسها وتأخذ اتجاه خطوط القوى المغناطيسية . ويطلقون اسم المغناطيسية المنتجة بالتأثير عندما يتكلمون عن هذه الظاهرة . وكلمة منتجة بالتأثير تأتى من كلمة لاتينية تشير إلى التوجيه .

تجربة ٩٧

كيف توضح المغناطيسية المنتجة بالتأثير ؟

ضع الحرف المدبب لمسمار كبير قريباً جداً من كوم من برادة الحديد . احفظ المسمار فى هذا الوضع واحضر قضيباً مغناطيسياً قوياً وقربه فوق ، وبدون لمس ، رأس المسمار . لاحظ التأثير على البرادة . والآن لاحظ التأثير عندما يبعد المغناطيس من فوق المسمار . قرب المغناطيس ثانياً إلى المسمار . ماذا تظن نوع القطب المتكون فى الطرف المدبب للمسمار ؟ اختبر حدسك بإحضار إبرة ببوصلة صغيرة بالقرب من طرف المسمار المدبب . هل كان حدسك صحيحاً ؟



(شكل ١٠٦) المغنطة بالتأثير . مع أن القضيب المغناطيسى لا يمس قضيب الحديد المطاوع ، لكن المسامير تنجذب إلى الطرف السفلى له . لماذا أصبح قضيب الحديد المطاوع مغناطيساً مؤقتاً ؟

فالمغناطيسية فى كل من المسمار وبرادة الحديد كانت منتجة بالتأثير . وتحدث المغناطيسية المنتجة بالتأثير

دائماً عندما توضع مادة مغناطيسية في مجال مغناطيسى . كان طرف المسمار المدبب فى التجربة السابقة قطباً شمالياً عندما كان القطب الشمالى للمغناطيس بالقرب من رأس المسمار . وتستخدم المغناطيسية المنتجة بالتأثير فى كثير من الأجهزة . ولعلك رأيت عاملا ميكانيكياً يستخدم مغناطيساً لإخراج قطع معدنية من ثقب يثقبه .

وللمغناطيسات الدائمة آلاف المنافع . فربما يستخدمها الأطباء فى إخراج قطع الصلب الصغيرة جداً والدقائق الحديدية الصغيرة من أعين العمال المصابين. وعندما تركب مغناطيسات على سدادات المزاسير فى أغطية محاور الدوران فى السيارات واللوريات ، فتجذب القطع المعدنية وتمنعها من الدخول داخل الآلة وبذلك لا تنخدش الأجزاء المتحركة فى الآلة بوساطة هذه القطع المعدنية الصغيرة التى تتجمع على الغطاء .

ويحتوى مستقبل التليفون أيضاً على مغناطيس دائم يساعد على تحويل الذبذبات الكهربية إلى موجات صوتية . وكذلك تستخدم فى الأجهزة الحديثة لقياس السرعة مغناطيسات دائمة متحركة .

اختبر معلوماتك

١ — اشرح كيف يمكن مغطسة قضيب حديدى .

٢ — كيف تعين القطب الشمالى والقطب الجنوبى لقضيب ممغنط . إذا لم تكن أقطابه معروفة ؟

٣ — كيف تفقد المغناطيسات قوتها بسوء تداولها ؟

٤ — اذكر القانون الأساسى للمغناطيسية .

٥ — ماذا يقصد بالمجال المغناطيسى ؟

٦ — لماذا تعتبر الأرض مغناطيساً ؟

٧ — ماذا يقصد بمغناطيسية تأثيرية ؟

٨ — اذكر بعض الأمثلة لطرق تستخدم فيها مغناطيسات دائمة .

المسألة الثالثة ـ كيف تولد الكهربا ؟

كانت الكهربا فى القرن الثامن عشر أكثر الموضوعات تأثيراً على العلماء ، ولكن من وجهة نظرنا يخيل إلينا أنها لم تكن أكثر من هواية بالنسبة لبعضهم . وقد أصبحت الكهربا فى القرن العشرين تمدنا بالضوء والطاقة والحرارة وتساعد فى حفظ الطعام وفى تهوية منازلنا .

الكهربا من الطاقة الكيموية

اكتشف عالم إيطالى اسمه فولتا طريقة للحصول على الكهربا من الطاقة الكيموية . وكان سبب اهتمامه بذلك قصة ممتعة توضح أكثر من ميزة للتفكير العلمى .

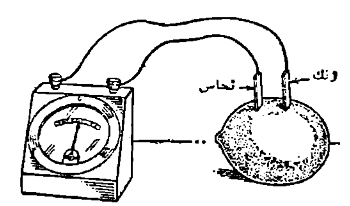
علق عالم إيطالى اسمه جلفانى ضفدعة بسلك نحاسى . ولما لمس أحد أرجل الضفدع بسكينة لاحظ حركة عضلية لرجل الضفدع . فظن جلفانى أن الانقباض المفاجىء فى عضلة الرجل كان بسبب كهربا فى العضل . وكتب مقالا عن الكهربا فى الحيوان .

ظن فولتا أن الظاهرة التى سجلها جلفانى كانت بسبب المعدنين المختلفين وهما النحاس والحديد ورجل الضفدع المبتلة . ولاختبار فكرته ، أجرى تجربة شبيهة بالتجربة التالية .

تجربة ٩٨

كيف يمكنك تحويل الطاقة الكيموية الى طاقة كهربية ؟

اغسل دايما (عملة فضية أمريكية وتساوى $\frac{١}{١٠}$ دولار) وبنساً (عملة برونزية انجليزية وتساوى $\frac{١}{١٢}$ من الشلن) فى كحول لتنظفها من أى شحم أو زيت أو أوساخ عالقة بها. صل سلكين نحاسيين قصيرين بطرفى نهاية جلفانومتر ، وهو جهاز يتأثر حتى إذا مر فيه تيار كهربى صغير جداً . اغمس قطعة من ورق النشاف فى ماء



(شكل ١٠٧) طاقة كهربية من طاقة كيموية. يسبب عصير الليمون ولوحين صغيرين من معدنين مختلفين مرور تيار كهربى

ملحى ثم ضع الورقة المبتلة بين العملتين . لامس الطرفين الآخرين للسلكين النحاسين بالسطحين الخارجين للدبم والبنس. لاحظ أى حركة فى إبرة الجلفانومتر.

استخدم فولتا ألواحاً من الفضة والزنك المفصولة بقطع من القماش مغموسة فى ماء ملحى ، للحصول على تيار كهربى ضعيف . وقد استنتج من تجاربه الكثيرة أنه إذا غمر مادتين مختلفتين فى محلول يؤثر على أحدهما أسرع من تأثيره على الآخر ، فان طاقة كيموية تتحول إلى طاقة كهربية . وهذه هى فكرة بطارية السيارة والعمود الجاف فى بطارية الجيب .

تجربة ٩٩

كيف تعمل عمودا كهربيا بسيطا ؟

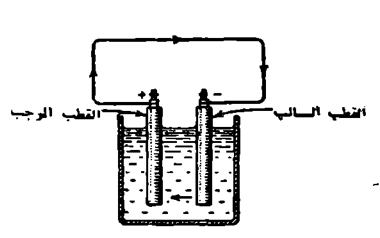
أحضر لتراً من حامض البطاريات من محطة بنزين أو حضر مثل هـــذا المحلول بإضافة حوالى ¼ لتر حامض الكبريتيك إلى ¾ لتر من الماء واستخدم وعاء زجاجياً (زجاج بيركس) لأن المحلول سيصبح ساخناً جداً . صب الحامض ببطء فى الماء وقلبه باستمرار بقضيب زجاجى . ضع قطعة من الزنك وأخرى من النحاس فى المحلول الحامضى . صل الأطراف العليا للقطع المعدنية بجرس كهربى بوساطة أسلاك نحاسية . لاحظ تكون فقاعات غازية على أحد القطع المعدنية . هذه الفقاعات هى فقاعات الأيدروجين ، وهى تدل على أن التفاعل الكيموى مستمر . ويدل رنين الجرس على أن تياراً كهربياً يمر خلال الجرس . وتكون الآن قد عملت عموداً كهربياً .

أخرج القطع المعدنية من المحلول وبللها بالماء واختبر سطوحها . على أى القطعتين المعدنيتين يوجد دليل على تفاعل كيموى ؟

تمر الكترونات فى السلك النحاس الذى يصل الأطراف العليا لقطعتى الزنك والنحاس . والتيار الكهربى هو هذه الالكترونات المتحركة . وهكذا تحولت الطاقة الكيموية إلى طاقة كهربية . وفى أثناء تلامس الزنك مع المحلول تقل قوته فى التفاعل الكيموى .

غلطة بنيامين فرانكلين

يدل السهم فى شكل ١٠٨ على أن حركة ما تنتقل من القطب الموجب (+) إلى القطب السالب (–) فى الموصل عبر الأطراف العليا للقطعتين المعدنيتين . وكل الأشكال الكهربية المستعملة الآن فى كل مكان تستخدم سهماً كما إذا كان التيار يمر من الموجب إلى السالب قبل معرفة الكثير عن الكهربا حتى يمكننا أن نحدد هل يمر التيار من قطب موجب إلى قطب سالب أو من سالب إلى موجب . ظن فرانكلين خطأ أن مرور التيار كان من الموجب إلى السالب . والآن نحن نعرف أن الالكترونات تنتقل من السالب إلى الموجب . ولكن فى الوقت الذى اكتشف فيه خطأ فرانكلين ، كانت نظريته قد قبلت وانتشرت حتى انه ما زال يرمز للتيار الكهربى كأنه مار من الموجب إلى السالب .

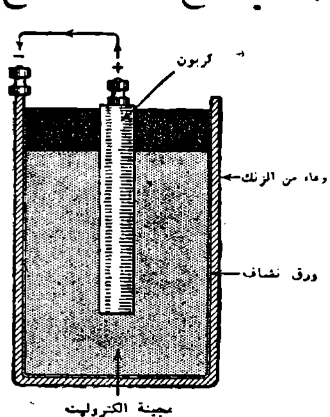


(شكل ١٠٨) مقطع فى عمود سائل

انواع الأعمدة الكهربية

توجد أنواع كثيرة وأشكال عديدة من الأعمدة الكهربية . والأعمدة التى يستخدم فيها سائل ليست عملية حيث إنها تضعف بالاستعمال ولأن السائل ربما ينسكب إذا حركت الأعمدة . وكذلك يجب تغيير القطع المعدنية ، والقطع المعدنية غير النقية تؤثر جداً فى العملية . كما أن الأعمدة السائلة متعبة فى تداولها حيث تتجمع فقاعات الغاز حول سطح القطب الموجب وتقلل من مرور الالكترونات .

أما فى الأعمدة الجافة ، فتعمل عجينة مبتلة عمل المحلول . والزنك والكربون هما المعدنان المختلفان اللذان يستعملان دائماً . ومبين فى شكل ١٠٩ نوع الأعمدة الجافة المستخدمة فى بطارية الجيب ، وفى التليفونات



(شكل ١٠٩) يبين الشكل وضع المواد المستعملة فى عمود جاف

فى المناطق الزراعية ، وأجهزة الراديو المتنقلة ، وفى سماعات الأذن التى تساعد الناس ثقيلى السمع على السمع . ويبطن وعاء الزنك بورق نشاف غمس فى محلول كلوريد الأمونيوم . ويكون قضيب من الكربون فى الوسط القطب الموجب . ويوجد بين قضيب الكربون والزنك مخلوط من ثانى أكسيد المنجنيز ومسحوق الكربون مبتلين بمحلول كلوريد الأمونيوم وبعد صنعها يلحم الوعاء الزنكى بمحتوياته .

تجربة ١٠٠

كيف يمكنك دراسة تركيب عمود جاف ؟

أحضر عموداً جافاً قديماً وعموداً جافاً جديداً من نفس الصنف . انزع أغطيتهما المصنوعة من الورق المقوى وافحص سطحيهما . استخدم منشاراً لفتح علبة الزنك للعمود القديم بالطول . أزح الزنك عن كلا الجانبين لتفحص موضع قضيب الكربون والأجزاء الأخرى . انزع جزءاً من الورق النشاف لفحص السطح الداخلى للزنك . هل هناك فتحات متآكلة فى الزنك ؟

تعمل بطاريات الجيب بعمود واحد أسطوانى طويل وقطره صغير . أما بطاريات الجيب الكبيرة ففيها ثلاثة أو أربعة أعمدة . وتحتوى سماعات الأذن على أعمدة صغيرة جداً حتى إن كل الجهاز وبداخله الأعمدة يدخل فى جيب قميص الشخص .

التحليل بالكهرباء

يمكن تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة كيموية . فلقد عرفت فى الفصل الثالث أنه إذا مر تيار كهربى فى محلول مخفف من حامض الكبريتيك ، فتتحلل جزيئات الماء إلى اكسجين وايدروجين . فأنت قد استخدمت تياراً كهربياً لتحليل الماء الذى هو مركب كيموى . ويسمى تحليل مركب كيموى باستعمال تيار كهربى بالتحليل الكهربى .

والتحليل بالكهربا مهم فى الصناعة الحديثة . فيستخدم مثلا فى الطلاء

بالكهربا لطلاء أى معدن بالفضة أو النحاس أو الكروم . ومعظم الأدوات الفضية المستخدمة على موائدنا هذه الأيام ليست من الفضة الخالصة ولكنها مطلية بالفضة . كما أن كتباً كثيرة تطبع بحروف نحاسية مرسبة كهربياً .

ولطلاء أى جسم بالنحاس ، يوضع الجسم وقضيب من النحاس النقى فى محلول من كبريتات النحاس . فعندما يمر تيار كهربى من القضيب النحاسى إلى الجسم خلال المحلول ، فتتحلل كبريتات النحاس كهربياً ويترسب النحاس على الجسم .

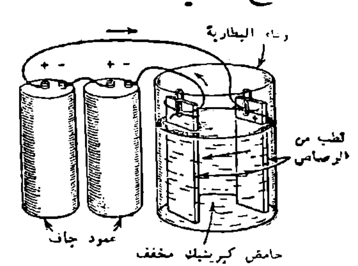
المراكم أو أعمدة التخزين

يكون تيار العمود الواحد صغيراً جداً لاستخدامه فى أغراض كثيرة . وتتكون البطارية فى أبسط صورها من مجموعة من الأعمدة المتصلة ببعضها البعض وكثير من بطاريات السيارات تتكون من ثلاثة أعمدة . لماذا تسمى بالمراكم ؟ ستساعدك التجربة التالية على الإجابة على هذا السؤال .

تجربة ١٠١

كيف تعمل مركما رصاصيا ؟

ضع لوحين من الرصاص فى وعاء بطارية يحتوى على حامض كبريتيك مخفف . صل عمودين جافين كما هو مبين بشكل ١١٠ . لاحظ أى تغيرات على ألواح الرصاص بعد مرور الكهربا من الأعمدة الجافة خلال المحلول لمدة عشر دقائق . افصل الأعمدة الجافة من لوحى الرصاص . وصل جرساً كهربياً إلى اللوحين. هل يمكنك تفسير ما يحدث ؟



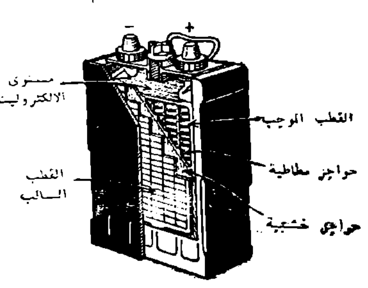
(شكل ١١٠) معلومات لتجربة ١٠١
تعمل ألواح الرصاص مختلفة عن بعضها بالكهربا المارة من الأعمدة الجافة. وتتحول الطاقة الكهربية إلى طاقة كيموية

يجعل التيار الكهربى لوحى الرصاص مختلفين . فاللوح المتصل بالقطب

السالب للعمود الجاف يتحول لونه من رمادى طبيعى إلى بنى مائل إلى الاحمرار . ولم يعد له سطح رصاصى معرض للمحاول لأنه تكونت على سطحه طبقة من ثانى أكسيد الرصاص . وجعل اللوحين مختلفين بهذه الطريقة تسمى شحن العمود . فتحولت الطاقة الكهربية إلى طاقة كيموية عندما ترسب ثانى أكسيد الرصاص . وفى نفس الوقت يصبح المحلول أكبر كثافة أى إن كل بوصة مكعبة منه تزداد فى الوزن .

بعد شحن العمود ، يكون هناك لوحين مختلفين أحدهما رصاص والآخر ثانى أكسيد الرصاص مغمورين فى المحلول الحامضى . ويمر التيار الكهربى من العمود المشحون إلى الجرس الكهربى عندما تتحول الطاقة الكيموية إلى طاقة كهربية ويقف رنين الجرس عندما يستنفد ثانى أكسيد الرصاص .

وكل عمود فى المركم موجود فى مكان منفصل . وعند صنع المركم تفصل ألواح الرصاص عن ألواح ثانى أكسيد الرصاص بألواح رقيقة من الخشب أو المطاط أو بشبكة زجاجية وتوصل ألواح ثانى أكسيد الرصاص الموجبة بقطعة معدنية أفقية . كما توصل ألواح الرصاص السالبة بنفس الطريقة . وعندما توضع



(شكل ١١١) مقطع عار لمركم

الألواح ويملأ الوعاء بمحاول حامض الكبريتيك يخرج من الوعاء طرف موجب وآخر سالب يوصلان بمولد كهربى تخرج منه الكهربا إلى البطارية لشحنها . ويوصل القطب الموجب بسلك مثبت فى هيكل السيارة أو اللورى أو الجرار . وتختزن المراكم أثناء شحنها بطاقة كيموية لتستخدم بعد ذلك كمصدر للكهربا .

المولدات الكهربائية

تجربة ١٠٢

كيف تستخدم سلكا على شكل ملف ومغناطيسا لتحصل على كهربا ؟

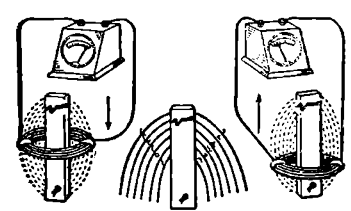
صل طرفى ملف من سلك نحاسى معزول بجلفانومتر . لاحظ أى حركة

فى إبرة الجلفانومتر عندما تحرك الملف إلى أسفل فوق قطب مغناطيس على شكل حرف U . لاحظ الإبرة أيضاً عندما ترفع الملف بسرعة. أمسك الملف باحدى يديك وأدخل المغناطيس بسرعة داخل الملف. ثم اسحب المغناطيس. أدخل القطب الآخر للمغناطيس بسرعة داخل الملف. ثم اسحبه بسرعة. لماذا تتحرك الإبرة ؟

(شكل ١١٢) طاقة كهربية من طاقة ميكانيكية. وستبين إبرة الجلفانومتر مرور تيار كهربى عندما يحرك الملف فوق قطب المغناطيس

فى عام ١٨١٩ ، لاحظ هانز أورستد ، وهو عالم دانيمركى ، أن هناك مجالا مغناطيسياً يحيط بسلك يمر فيه تيار كهربى . وفى عام ١٨٣١ ، اكتشف فاراداى أنه عندما يقطع موصل مجالا مغناطيسياً يتولد تيار كهربى . وتعتمد مقدار الطاقة الكهربية المتولدة بهذه الطريقة على سرعة قطع خطوط القوى وعلى عدد لفات السلك فى الملف وعلى شدة المجال المغناطيسى .

هل لاحظت فى التجربة الأخيرة أن إبرة الجلفانومتر تحركت إلى اليمين عندما حرك الملف فى اتجاه ، وأنها تحركت إلى اليسار عندما حرك الملف فى الاتجاه المضاد ؟ وبتحريك الملف بسرعة إلى أعلى وإلى أسفل فى المجال المغناطيسى تتذبذب الإبرة دالة على أن اتجاه التيار ينعكس كلما يعكس الملف اتجاه حركته ويعرف مثل هذا التيار الكهربى باسم التيار المتردد ويختصر عادة إلى A. C.



(شكل ١١٣) التيار المتردد . عندما يتحرك الملف إلى أسفل ، يمر التيار فى اتجاه ما ، وعندما يتحرك الملف إلى أعلى يمر التيار فى الاتجاه المضاد

الكهربية والمغناطيسية

للحصول على تيار كهربى لا بد من تحويل نوع آخر من الطاقة . ففى المولد الكهربى الكبير الذى ينتج الكهربا الذى نستخدمه فى منازلنا أو فى المدرسة ، تلف آلاف من ملفات سلكية حول قالب من الحديد المطاوع وتقطع خطوط القوى . ويسمى مثل هذا الملف بالحافظة ويحرك الملف تربين

بخارى أو مائى . وبذلك تتحول طاقة التربين الميكانيكية إلى طاقة كهربية .
وفى تجربة ١٠٢ ، تحولت الطاقة الميكانيكية ليدك المتحركة إلى طاقة كهربية .

تجربة ١٠٣

كيف يمكن عمل مغناطيس كهربى ؟

لف ٤ أقدام من سلك نحاسى معزول على يد مكنسة لتعمل ملفاً وصل طرفيه بعمود جاف ، وضع داخله مسماراً من حديد مطاوع . قرب المسمار من كوم من المسامير الصغيرة أو قصاصات الورق . ولاحظ التأثير المغناطيسى للمسمار . فك أحد طرفى السلك من العمود الجاف . ماذا يحدث للمسمار ؟ صل السلك ثانياً إلى العمود الجاف ثم فكه . لماذا لا تنجذب المسامير الآن ؟

إذا أردنا عمل مغناطيس كهربى ، نلف عدداً كبيراً من اللفات من سلك معزول حول قالب من الحديد المطاوع . ثم نمرر تياراً كهربياً خلال السلك . فعند قفل الدائرة الكهربية ، يمر التيار خلال الملف ويكون مغناطيساً مؤقتاً . وعند فتح الدائرة الكهربية يفقد المغناطيس الكهربى كل مغناطيسيته تقريباً . وتعتمد قوة المغناطيس الكهربى على عدد لفات السلك وشدة التيار المار فى الملف السلكى .

ويحتاج لشحن المراكم تيار مستمر فى اتجاه واحد . ويسمى مثل هذا التيار الكهربى بالتيار المستمر أو D. C . ولمولد التيار المستمر ملف كبير أيضاً يدور فى مجال مغناطيسى كهربى . والفرق الأساسى بين مولد التيار المتردد ومولد التيار المستمر هو فى طريقة أخذ الكهربا المتولدة فى الحوافظ . وربما تساعدك التجربة التالية على فهم مولد التيار المتردد .

تجربة ١٠٤

كيف تعمل نموذجا لمولد تيار متردد ؟

ثبت مغناطيساً على شكل حرف U فى إطار خشبى كما هو مبين فى شكل ١١٤ . ربما ستحتاج إلى قطعة حديد مطاوع كقالب للحافظة . لف

حولها حوالى ٥٠ لفة من سلك معزول . لف ٢٥ لفة منها حول أحد طرفى قطعة الحديد فى اتجاه عقربى الساعة والـ ٢٥ لفة الأخرى فى اتجاه عكس عقرب الساعة حول الطرف الآخر . ويمكن ثنى سلك غليظ ليكون محوراً لدوران الحافظة ويثقب طرف قضيب خشبى رفيع ، مثبت فيه بإحكام حلقتان أنبوبيتان من النحاس الأصفر ، بحيث يدخل فيه الطرف السفلى للسلك بإحكام . وتثبت قطعاً معدنية من النحاس الأصفر على القاعدة كما هو مبين فى شكل ١١٤ ، بحيث تمس الحلقتين النحاسيتين المثبت فيهما طرفا الحافظة . وتوصل أسلاك التوصيل من القطع النحاسية إلى جلفانومتر .

(شكل ١١٤) تركيب أجزاء تجربة ١٠٤ ويبين هذا الشكل نموذجاً لمولد تيار متردد يمكن عمله لمعملك

وبإدارة محور الدوران ببطء مع ملاحظة إبرة الجلفانومتر ، سترى أنه بينما تدور الحافظة ، يتغير اتجاه مرور التيار فى الدائرة الكهربية الخارجية . تتبع مسار التيار الكهربى من الحافظة إلى الجلفانومتر .

تجربة ١٠٥

كيف تعمل نموذجا لمولد تيار مستمر ؟

تحتاج فقط إلى إبدال الحلقات النحاسية بقطع من النحاس الأصفر نصف دائرية لتحصل على مولد كهربى لتيار مستمر . صل الحلقات النصفية بحيث أن طرف كل نصف من ملف الحافظة يمس وسط الحلقة النصفية عندما تكون الحافظة مواجهة لقطب من أقطاب المغناطيس . لاحظ ثانياً التأثير على إبرة الجلفانومتر .

وفى اللحظة التى ينعكس فيها التيار المتردد فى ملف الحافظة ، يتغير تماس أحد طرفى الملف من أحد الحلقات النصفية إلى الأخرى . وتكون النتيجة أن

إحدى الحلقات النصفية تكون دائماً مماسة للملفات السلكية التى تقطع خطوط القوى فى نفس الاتجاه . ويحدث نفس الشىء مع الحلقة النصفية الأخرى والملف الذى فى الطرف الآخر للقالب الحديدى . وبذلك يمر التيار فى اتجاه واحد فقط من إحدى الحلقات النصفية إلى الدائرة الخارجية ثم إلى ملفات الحافظة ، وتسمى الحلقتان النصفيتان بالمعدل (commutator) . وفى مولدات التيار المستمر الكبيرة يتركب المعدل من أكثر من جزأين أما التيار المتردد فى الدائرة الداخلية لمولد مستمر فانه يتغير إلى تيار مستمر فى الدائرة الخارجية بوساطة المعدل .

اختبر معلوماتك

١ — ما هى التجارب التى تنسب إلى جلفانى وفولتا ؟
٢ — هل تكون على صواب إذا سميت بطارية السيارة بمركم ؟
٣ — كيف تتحول الطاقة الكيموية إلى تيار كهربى ؟
٤ — ماذا تفهم من « خطأ بنيامين فرانكلين » ؟
٥ — صف تركيب عمود جاف .
٦ — اشرح طريقة شحن مركم وطريقة تفريغه .
٧ — كيف يستخدم تيار كهربى فى الحصول على مغناطيسية ؟
٨ — اشرح أوجه الفروق وأوجه الشبه بين مولد تيار متردد ومولد تيار مستمر .

المسألة الرابعة ـ كيف تقاس شدة التيار الكهربى ؟

إذا استدعى عامل كهربى إلى منزلك لإصلاح جهاز كهربى مثل جهاز الراديو أو التليفزيون ، فانه يحضر معه عدداً من الأشياء التى يستخدمها فى القياس وربما تكون أولى الأشياء التى يعملها هى توصيلها وقراءة مؤشراتها لمعرفة مصدر الخلل .

الطلاء بالكهربا

لتفهم كيف يستطيع العامل الكهربى قياس معدل مرور التيار الكهربى ، فانك تحتاج لدراسة أكثر لعملية تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة كيموية .

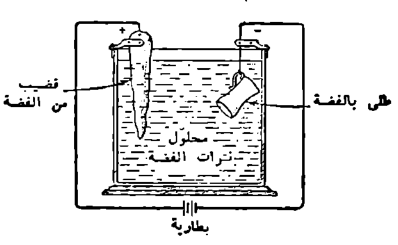
تجربة ١٠٦

كيف تغطى مسمارا حديديا بالنحاس ؟

أذب حوالى ٤ ملاعق شاى مملوءة من كبريتات النحاس (التوتيا الزرقاء) فى ربع جالون ماء موضوع فى إناء زجاجى (أو فى وعاء من الصينى) ثم أضف حوالى ملء ملعقة شاى من حامض الكبريتيك . اثن ما طوله قدم واحدة من سلك نحاسى عار غير مغلف على شكل ملف صغير حتى يمكن وضعه فى المحلول بدون أن تلمس المسمار الذى يجب تعليقه أيضاً فى المحلول . ويجب أن يبلل المسمار أولا بالكحول لينظف سطحه .

صل سلك النحاس العارى بنهاية التوصيل الموجبة لعمود جاف ، ويجب أن يوصل المسمار إلى نهاية التوصيل السالبة . وضع المسمار والسلك النحاسى على بعد بضع بوصات من بعضهما البعض . اختبر المسمار بعد ١٠ دقائق ثم مرة أخرى بعد ٥ دقائق أخرى . هل يمكنك تفسير التغير فى اللون ؟

تستخدم الكهربا فى طلاء المعادن . فمثلا يمكن طلاء الأدوات الفضية التى خدشت أسطحها كهربياً بالفضة كما هو مبين فى شكل ١١٥ . يسرى التيار الكهربى من القطب الموجب للبطارية إلى السائل ويخرج من المحلول عند القطب السالب. والعملية مجرد تطبيق للتحليل بالكهربا كما شرح فى المسألة الثالثة .



(شكل ١١٥) الطلاء بالكهربا . تترسب الفضة من محلول نترات الفضة على الجسم المراد طلاؤه وفى نفس الوقت يدخل جزء من الفضة من القضيب الفضى إلى السائل لتحل محل الذى ترسب على الجسم

إذا كنت قد وزنت المسمار المستخدم فى تجربة ١٠٦ قبل وبعد طلائه بالنحاس ، فستجد أنه ازداد فى الوزن بعد طلائه . وكانت الزيادة فى الوزن هى وزن النحاس المترسب عليه .

استنتج ميخائيل فاراداى ، أنه لقياس معدل مرور التيار ، يقاس تأثير التغير الكيموى الناتج من مرور التيار الكهربى . ولاحظ أيضاً أن التفاعل

الكيمى يتناسب مع زمن مرور التيار . وهذا يعنى أنه إذا كان قد ترك المسمار فى محاول كبريتات النحاس لضعف الزمن وبغير تقطع فى التيار ، لكان وزن النحاس المترسب ضعف الوزن المترسب عليه الآن .

وحدات القياس الكهربية

يقاس معدل مرور التيار بوحدات تسمى أمبيرات ، وعدد الأمبيرات يبين شدة التيار الكهربى الذى يمر بنقطة فى ثانية واحدة .

وتجد فى الجدول الآتى شدة التيارات بالتقريب لبعض الأجهزة المستخدمة فى المنزل .

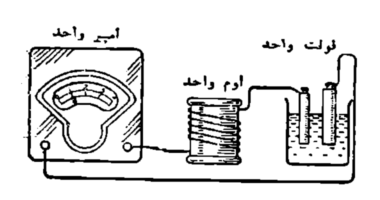
الجهاز الكهربى	شـــدة التيار
مكوى كهربية كبيرة...	١٠ (تيار عالى)
موتور آلة غسل الملابس	٢ (تيار متوسط)
مكوى لحـــام	٢ر١
ساعة حائط كهربية	٠٢ر٠ (تيار منخفض)
مستقبل تليفون	٠٠٧ر٠

وكثير من السيارات لها أجهزة فى مكان القيادة لتبين معدل شحن أوتفريغ المركم . فعندما تركب سيارة فى المرة القادمة لاحظ شدة التيار أثناء السفر بسرعات مختلفة .

وأحياناً لا تبدأ بطارية السيارة الموتور فى الحركة ، إلا أن المصابيح تضىء بضوء خافت وينفخ البوق بصوت ضعيف . توضح مثل هذه الظروف أن الموتور يحتاج إلى مرور الكترونات أكثر مما تحتاجه المصابيح والبوق . وتسمى القوة التى تدفع الالكترونات فى دائرة كهربية بفرق الجهد . ووحدة قياسها هى الفولت ، وسميت هكذا تخليداً لذكرى فولتا .

عندما يمر تيار كهربى خلال موصل ، فانه يتغلب على مقاومة . وتسمى الوحدة المستخدمة فى قياس المقاومة بالأوم . وقد سميت باسم العالم

الألمانى « جورج أوم » الذى أجرى تجارب عديدة على التيارات الكهربية . والأوم الواحد هو مقاومة عمود شعرى من الزئبق طوله نحو المتر .



(شكل ١١٦) وحدات القياس الكهربية. يبين الرسم العلاقة بين الوحدات الثلاث المستخدمة فى قياس التيارات الكهربية (قانون أوم)

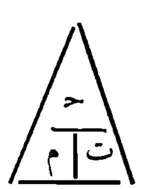
وضغط فولت واحد يحفظ تياراً شدته أمبير واحد ماراً خلال مقاومة مقدارها أوم واحد . وربما تفهم العلاقة بين هذه الوحدات أحسن بدراسة شكل ١١٦ .

قانون أوم

إنه يفسر العلاقة بين فرق الجهد والمقاومة والتيار بمعادلة بسيطة جداً . فاذا كان الرمز حـ يمثل فرق الجهد و ت يمثل شدة التيار و م تمثل المقاومة فيكون

حـ = ت . م

ويمكن ترتيب رموز المعادلة الثلاثة فى مثلث :



وللحصول على حـ أو ت أو م ، غطها بإبهامك وأجرِ العملية الحسابية البسيطة الظاهرة فى جزء المعادلة الظاهر . وبذلك فان :

حـ = ت م ، ت = حـ / م ، م = حـ / ت

مرور التيار الكهربى

يمكنك القيام بكثير من التجارب الممكن التحكم فيها لمعرفة كيف يتأثر التيار بنوع المادة المصنوع منها الموصل وبطوله وبمساحة مقطعه وبدرجة حرارة الموصل . وكلما زاد طول الموصل ، زادت المقاومة التى يبديها لمرور التيار

عندما تثبت جميع الظروف الأخرى . وإذا تشابه موصلان فى كل شىء إلا فى القطر ، فان الموصل الذى قطره أصغر له مقاومة أكبر من الموصل الذى له قطر أكبر . فاذا كان أحد القطرين مثلا ضعف القطر الآخر ، فمقاومة الموصل الأصغر تكون أربعة أمثال مقاومة الموصل الأكبر .

بعض المعادن أجود فى توصيل الكهربا من البعض الآخر . وتعتبر الفضة والنحاس والألومنيوم أحسن الموصلات . ولذلك تستخدم الفضة والألومنيوم فى الأسلاك التى تنقل التيار الكهربى . أما النيكروم ، وهى سبيكة من النيكل والكروم ، فلها مقاومة كبيرة ، وتسخن بسرعة عندما يمر فيها تيار كهربى . وبذلك يستخدم النيكروم فى صنع أسلاك التسخين التى فى أجهزة التسخين الكهربية مثل جهاز تسخين الخبز ، والمكوى الكهربية والمواقد الكهربية .

اختبر معلوماتك

١ — اشرح كيف يمكن استخدام التحليل بالكهربا فى طلاء مقبض باب من النحاس الأصفر بالنيكل .

٢ — عرف الأمبير والفولت والأوم .

٣ — اذكر قانون أوم فى كلمات وبمعادلة رياضية .

٤ — ما هى العوامل التى تؤثر فى مرور تيار كهربى ؟

٥ — كيف يؤثر كل من هذه العوامل فى مرور التيار ؟

٦ — ما معدل مرور التيار فى سلك تسخين فى جهاز تسخين خبز عندما يوصل طرفاه بفرق جهد قدرة ١١٠ فولت ، إذا كانت مقاومة سلك التسخين ٢٠ أوما ؟

٧ — إذا كانت مقاومة جرس باب كهربى هى ٥ر٢ أوما ، فما هو فرق الجهد اللازم لإمرار تياراً شدته ٥ر١ أمبير خلاله ؟

المسألة الخامسة — كيف تنقل الينا الكهربا ؟

ربما قد رأيت أثناء سفرك بالسيارة أعمدة طويلة من الصلب حاملة

الأسلاك الطويلة التى تحمل الكهربا . وتمتد الأسلاك الكهربية عادة بطول الطرق وعبر الغابات . ويوصل بعضها التيار الكهربى من محطات توليد الكهربا إلى المدن التى تبعد بمئات الأميال وتسمى مثل هذه الموصلات الممتدة إلى مسافات بعيدة بخطوط التوصيل الكهربية .

عرفت من دراستك للمسألة الرابعة أن مجالا مغناطيسياً يحيط بالموصل عندما يمر تيار فيه . وقد اكتشف ذلك العالم الدانيمركى هانز أورستد . فلاحظ أورستد أنه عندما وضع بالمصادفة بوصلة بالقرب من سلك متصل ببطارية ، أن الإبرة انحرفت من وضعها المعتاد الشمالى والجنوبى المغناطيسيين واتجهت نحو السلك . فأخذ يبحث عن تعليل لذلك وبعد قيامه ببعض التجارب استنتج أن هناك مجالا مغناطيسياً يحيط بالموصل حامل التيار الكهربى .

تجربة ١٠٧

كيف يمكن انتاج تيار بالتأثير فى ملف باستخدام ملف آخر ؟

ضع قضيباً كبيراً من الحديد المطاوع داخل ملف مصنوع من سلك غليظ يكون فى أمان إذا وصل بمصدر للتيار المتردد قوته ١١٠ فولت . صل طرفى ملف آخر من سلك رفيع ذى لفات كثيرة بمصباح بطارية جيب . ومن السهل لف مثل هذا الملف على قطعة من الخشب . ثبت الملف فوق حافظة ملف التيار المتردد فى الهواء بحوالى نصف بوصة (كما هو مبين فى شكل ١١٧) . لماذا يتوهج مصباح بطارية الجيب عندما يمر التيار المتردد فى الملف الكبير ؟

(شكل ١١٧) التيارات الكهربية المنتجة بالتأثير . يتذبذب المجال المغناطيسى للملف الأسفل ويقطع الملف الأصغر منتجاً تياراً متردداً فيه وهو الذى يسبب توهج المصباح

تقطع خطوط القوى المغناطيسية المتكونة من التيار المار فى الملف ذى السلك الغليظ ، الملف الصغير وينتج تيار كهربى بالتأثير فى الدائرة المحتوية

على المصباح . ويمكن الحصول على نفس النتيجة بطريقة مختلفة نوعاً ما ، كما فى التجربة التالية .

تجربة ١٠٨

كيف يمكن رفع وخفض فرق الجهد ؟

إذا لم تستطع الحصول على حلقة من الحديد المطاوع ، فاثن قضيباً حديدياً على شكل حلقة دائرية قطرها حوالى ٣ بوصات . كما أن إطاراً حديدياً مستطيل الشكل يكون أيضاً مناسباً . لف حوالى ٢٠ لفة من سلك معزول حول أحد الجوانب وخمس لفات من نفس نوع السلك على الجانب المقابل للإطار الحديدى . صل الملف الأول بعمود جاف وضع مفتاح توصيل بين العمود والملف (كما هو مبين فى شكل ١١٨) وصل الملف الأصغر بجلفانومتر ولاحظ إبرته عندما يضغط على مفتاح التوصيل . لاحظ إبرة الجلفانومتر مرة أخرى عندما يفتح مفتاح التوصيل . صل الآن العمود الجاف بالملف الصغير ، وصل الجلفانومتر بالملف الأكبر . لاحظ الإبرة عندما يضغط على مفتاح التوصيل وعندما يفتح . لماذا يتغير فرق الجهد ؟ لماذا يغير التيار اتجاهه ؟

(شكل ١١٨) ترتيب أجهزة تجربة (١٠٨) . هناك ملفان سلكيان على الحلقة الحديدية . الملف الأيمن متصل بالعمود الجاف وعدد لفاته أكثر من لفات الملف المتصل بالجلفانومتر

لا بد أن تكون قد لاحظت أن الإبرة تحركت فى اتجاه ما عندما وصلت الدائرة الكهربية بالمفتاح ، وتحركت فى الاتجاه المضاد عندما فتحت الدائرة . وتعليل ذلك سهل ميسور . فالمجال المغناطيسى للملف المتصل بالعمود الجاف انتشر إلى الخارج فى الوسط المحيط بالملف عندما قفل المفتاح الدائرة . وقطعت خطوط القوى فى المجال المغناطيسى الملف الآخر محدثة مرور تيار فى هذا الملف . وعندما فتحت الدائرة تلاشى المجال المغناطيسى قاطعاً الملف الثانى فى الاتجاه المضاد وأنتج تياراً كهربياً . وتحصل على نفس النتيجة إذا حرك ملف فى مجال مغناطيسى .

محول الجهد

إذا كنت قد استخدمت تياراً متردداً فى التجربة السابقة بدلا من تيار العمود الجاف فتكون قد عملت محولا بسيطاً للجهد . ولتعرف معنى هذا يجب أن تتذكر أن المجال المغناطيسى لتيار متردد ينتشر فى الخارج ثم يتلاشى فى كل مرة يعكس فيها التيار اتجاهه . وبما أن التيارات المترددة المستخدمة فى أغلب الأماكن غالباً ما تغير اتجاهها ٦٠ مرة فى الثانية فبديهى أن مجالاتها المغناطيسية متحركة دائماً . تذكر الآن من دراستك للمسألة الرابعة أن جهد التيار المنتج بالتأثير فى ملف يعتمد بعض الشيء على كل من عدد خطوط القوى وعدد لفات السلك .

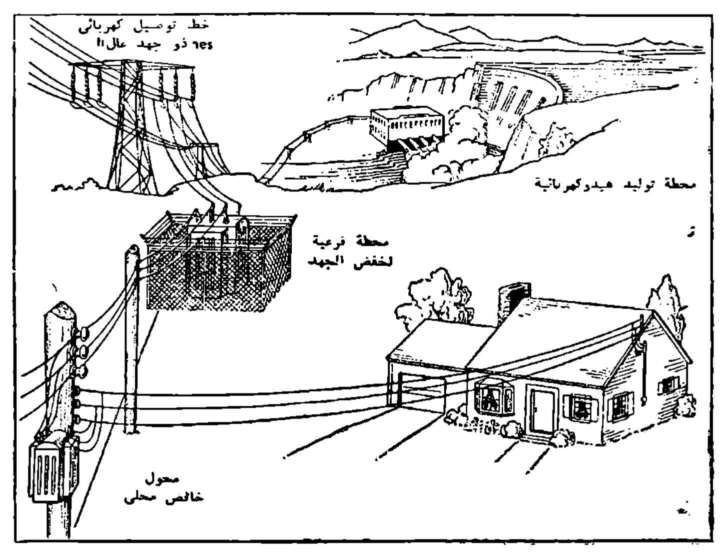
استخدمت فى تجربتك ملفين وكان عدد لفاتها مختلفاً . يسمى الملف المتصل بمصدر التيار المتردد بالملف الابتدائى ويسمى الملف الذى ينتج فيه التيار بالملف الثانوى . عندما تكون عدد لفات الملف الابتدائى أقل من لفات الملف الثانوى يرتفع جهد الملف الثانوى . ويكون هذا محولا رافعاً للجهد . وعندما تكون عدد لفات الملف الثانوى أقل من لفات الملف الابتدائى ، ينخفض جهد الملف الثانوى . ويكون هذا محولا خافضاً للجهد . وبذلك يمكن التحكم فى جهود التيارات المترددة بمحولات الجهد .

(شكل ١١٩) محول الجهد والتيار المتردد . ليس هناك حاجة إلى مفتاح توصيل أو قاطع للدائرة مع التيار المتردد. تنتشر خطوط القوى المغناطيسية من الملف الابتدائى وتقطع الملفات الثانوية، منتجة مرور تيار فى الملف الثانوى

لا ينتج المولد الكهربى جهداً عالياً كافياً لدفع التيار إلى مسافات بعيدة . وتذكر أنه كلما زاد طول الموصل ، زادت مقاومته . فمن الأفضل والأرخص أن تنقل الطاقة الكهربية بجهد عال وتيار صغير لأنه فى هذه الحالة تكون الطاقة الكهربية المفقودة أقل .

وتستخدم عادة محولات للجهد فى خطوط الأسلاك الكهربية ، وعادة

يكون الجهد عند محطة توليد الكهربا حوالى ٢٢٠٠ فولت . ويرفعها محول رافع للجهد إلى ٢٢٠٠٠٠ فولت . ويسمى الموصل الذى يحمل تياراً جهده ٢٢٠٠٠٠ فولت بخط توصيل جهد عال . وهناك على بعد أميال من محطة التوليد الكهربية ، يوجد محول خافض للجهد يخفض الجهد إلى ٢٢٠٠ فولت. وتحفظ هذه المحولات عادة فى أبنية صغيرة تسمى بمحطات فرعية . وتخفض المحولات المركبة على أعمدة ، أو الموضوعة تحت الأرض ، الجهد من ٢٢٠٠ إلى ١١٠ حيث يمكن استخدام هذا الجهد باطمئنان فى الأجهزة الكهربية بمنازلنا . ومبين فى شكل ١٢٠ كل خط التوصيل الكهربى .



(شكل ١٢٠) من محطة توليد الكهربا إلى المستهلك . ترفع محولات ، ذات أشكال وحجوم كثيرة ، الجهد فى خط التوصيل الكهربى ، ثم تخفضه لاستخدام المستهلك

إذا كان ثمة موتور أو أى جهاز كهربى آخر يحتاج إلى ٢٢٠ فولتاً ، فيمكن توصيل محول رافع للجهد إلى مصدر التيار الذى جهده ١١٠ فولت . وتستخدم محولات صغيرة لخفض جهد مقداره ١١٠ فولت إلى ٥ أو ١٠ أو ١٥ فولتاً لتشغيل جرس باب كهربى وقطارات كهربية . وتبنى عادة محولات صغيرة فى دوائر المصابيح الفلوريسية وأجهزة الراديو .

اختبر معلوماتك

١ – اشرح ماذا يقصد بالتيار المنتج بالتأثير ؟

٢ – لماذا ينقل التيار المتردد عبر المسافات البعيدة بجهد عال ؟

٣ – كيف يتحكم محول الجهد فى جهد التيار المتردد ؟

٤ – عرف : محول الجهد – محول رافع للجهد – محول خافض للجهد – خط توصيل كهربى ذى جهد عالى .

٥ – يحتوى الملف الابتدائى لمحول جهد على ٢٥٠٠ لفة ويحتوى ملفه الثانوى على ٢٥٠٠٠ لفة . فاذا وصل بمصدر للتيار جهده ١١٠ فولت ، فما مقدار الجهد الذى يمكن الحصول عليه من المحول ؟

المسألة السادسة – كيف تستخدم الكهربا ؟

إذا كنت قد دققت النظر إلى مصابيح الإضاءة الكهربية لرأيت أن لكل مصباح بعض العلامات مثل « ٦٠ وات – ١٢٠ فولت » كما أن مكوى كهربية تحمل لوحاً صغيراً مكتوب عليه « ١٠٠٠ وات – ١١٥ فولت » . وكذلك مكتوب على موتورات الثلاجات الكهربية والمراوح الكهربية والسخانات أيضاً وحدات قياس كهربية . وتدل هذه الأرقام على معدل استخدام المستهلك للطاقة الكهربية . فاذا عرف جهد وتيار أى من هذه الأجهزة ، يمكن معرفة معدل استهلاك التيار من المعادلة الآتية :

القدرة بالوات = شدة التيار بالأمبير × فرق الجهد بالفولت

أو ق = ت . ﺣ

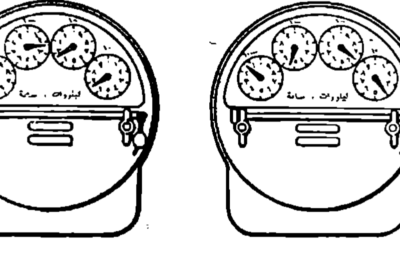
والوات هو وحدة للقدرة الكهربية . وهى القدرة الممكن الحصول عليها عندما يمر تيار شدته أمبير واحد فى موصل تحت ضغط فولت واحد . وقد سمى الوات تكريماً لذكرى جيمس وات . وتستخدم الكهربا فى المساكن والصناعة بمعدل كبير حتى إن وحدة أكبر وهى الكيلووات ، تكون وحدة عملية أحسن للقياس . والكيلووات = ١٠٠٠ وات .

ويسجل عداد الكيلووات – ساعة المجموع الكلى الكيلووات – ساعة

للطاقة الكهربية المستهلكة . وعندما يستخدم تيار بمعدل كيلووات واحد فى الساعة فان طاقة كهربية مقدارها كيلووات . ساعة تكون قد استخدمت .

قراءة عداد كهربى

يمكن قراءة تدريجات عداد الكيلووات ـ ساعة . يعمل المؤشر على أيمن التدريج لفة واحدة عندما تستخدم ١٠ كيلووات ـ ساعة من الطاقة الكهربية. ويسجل المؤشر الذى يليه كل ١٠٠ كيلووات ـ ساعة ويبين الثالث كل ١٠٠٠ كيلووات ـ ساعة ويسجل الذى إلى اليسار كل ١٠٠٠٠ كيلووات ـ ساعة . ولقراءة عداد الكيلووات ـ ساعة ابدأ بالتدريج الذى إلى اليسار واقرأ الأعداد المقابلة لكل مؤشر . ادرس شكل ١٢١ . الفرق بين القراءتين هو عدد الكيلووات ـ ساعة المستهلكة من الطاقة الكهربية .



(شكل ١٢١) قراءة العداد الذى إلى اليسار هى ١٢٣٦ وقراءة العداد الذى إلى اليمين هى ١٥٦٤ . اختبر صحة هاتين القراءتين ثم احسب عدد الكيلووات ـ ساعة المستخدمة من الطاقة الكهربية خلال الشهر

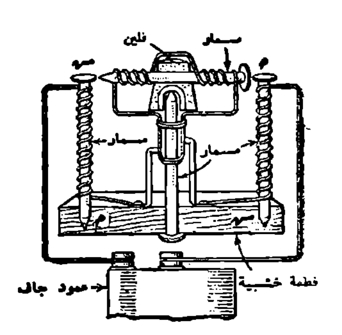
ويوضع عداد الكيلووات ـ ساعة حيث تدخل أسلاك الطاقة الكهربية إلى منزلك . وهو فى الحقيقة موتور كهربى صغير يدور بسرعة تتناسب مع معدل مرور التيار الكهربى ، أى إنه كلما زاد التيار المستخدم ، زادت سرعة دوران الموتور .

تجربة ١٠٩

كيف يمكنك عمل موتور كهربى ؟

يمكن توضيح أجزاء موتور بسيط لتيار مستمر كما فى شكل ١٢٢ . لف حوالى ٥٠ لفة من سلك معزول حول كل مغناطيس . ولف الأسلاك على كل فى اتجاهات مختلفة . ثبت قطعة الفلين على قطعة قصيرة من أنبوبة

زجاجية . صل عموداً جافا واستخدم بوصلة لتتأكد من أن ملفات المجال لها أقطاب مختلفة. أدر الملف الأفقى بإصبعك واضبط ضغط القطع النحاسية التى تمس أطراف سلك الملف على جانبى قطعة الفلين . هل يمكنك تتبع مسار التيار الكهربى فى الموتور ؟



(شكل ١٢٢) موتور كهربى لتيار مستمر . يبين الرسم كيف يمكنك عمل موتوركهربى بسيط. لاحظ جيداً اتجاه اللف فى كل ملف على المسامير المختلفة

يتنافر القطب الشمالى لملف المجال مع القطب الشمالى للملف الأفقى ، ولكن القطب الجنوبى لملف المجال يجذب القطب الشمالى للملف الأفقى . ويحدث نفس التأثير بين القطب الجنوبى لملف المجال وأقطاب الملف الأفقى ، ولهذا يستمر الموتور فى الدوران .

تحول الطاقة

يحول الموتور والمولد الكهربى الطاقة الكهربية . فان تركيب موتور تيار مستمر شبيه جداً بتركيب مولد كهربى لتيار مستمر . يغذى الموتور بتيار كهربى ويدور بتأثير قوة الجذب والتنافر مع أقطابه . أما فى المولد الكهربى ، فتدار الحافظة ميكانيكياً لتقطع خطوط القوى فى المجال المغناطيسى ويسرى تيار كهربى من ملفات الحافظة . فالموتور يحول الطاقة الكهربية إلى طاقة ميكانيكية ، والمولد الكهربى يحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربية .

ويمكن تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة حرارية . فكثير من المنازل لها أجهزة تستخدم الكهربا لأغراض التسخين . وتستخدم مكوى كهربية أو آلة ضغط الملابس لكى القمصان والملابس . وتنفخ مجففات الشعر هواء ساخناً ، كما أن سخانات الخبز وألواح التسخين الحديدية شائعة الاستعمال . ويحصل على الماء الساخن فى كثير من المساكن من خزان يسخن فيه الماء بالكهربا .

تجربة ١١٠

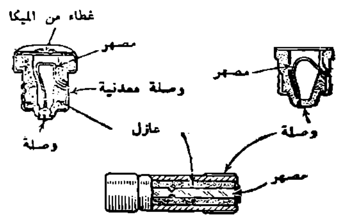
كيف تبين أن بعض الموصلات الكهربية تسخن عندما يمر بها تيار كهربى ؟

صل قطعة قصيرة رفيعة من سلك نحاسى معزول بأحد قطبى عمود جاف . المس الطرف الآخر للسلك بالقطب الآخر للبطارية . هل لاحظت شرارة صغيرة ؟ هل يسخن السلك ؟ استبدل السلك النحاسى بسلك حديدى وأعد التجربة . جرب أيضاً ألومنيوم ونيكروم إذا كان من الممكن الحصول عليهما فى شكل أسلاك . (يمكنك استخدام سلك تسخين سخان خبز قديم فهو من النيكروم) . أى المعادن تسخن أكثر ؟

فى أجهزة التسخين الكهربية ، تصنع الموصلات من سبائك لها مقاومة كبيرة كافية للحصول على درجة الحرارة المطلوبة ولكنها لا تسخن لدرجة الانصهار وبذلك فباختبار موصلات من مواد مناسبة ولها طول وحجم مناسبين يمكن التحكم فى كمية الحرارة الناتجة . ولا تفضل الأجهزة الكهربية لأنه يمكن التحكم فى حرارتها بل وأيضاً لأنها نظيفة وسهلة الاستخدام .

الأمان فى الدوائر الكهربية

يجب أن تكون الدوائر الكهربية فى أمان . فتوضع كثير من الأسلاك الكهربائية داخل جدران المبانى . فاذا زاد التيار فى إحدى الدوائر الكهربية زيادة كبيرة كافية لأن تحرق الحرارة الناتجة العازل المغطى للأسلاك ، فيكون هناك خطر الاشتعال ويحدث الحريق . ويمكن تجنب هذا الخطر باستخدام المصهرات ومبين فى شكل ١٢٣ نوعاً من المصهرات الشائعة الاستعمال . يحمل كل مصهر سلكاً رفيعاً من مادة موصلة لها درجة انصهار منخفضة . ويوضع هذا السلك فى صندوق صغير غير قابل للحرق فاذا زاد التيار إلى درجة



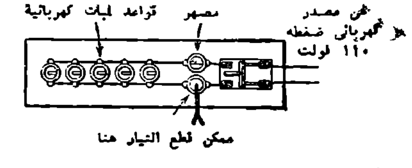
(شكل ١٢٣) مقطع فى أنواع المصهرات الشائعة . تحفظ المصهرات الدوائر الكهربية من تحمل تيارات كبيرة خطرة تسبب الحرائق أو الأضرار البالغة

خطرة ، ينصهر سلك المصهر وبذلك يعمل عمل مفتاح لفتح الدائرة ويقال حينئذ إن المصهر قد « انصهر » وبذلك يتجنب التسخين الزائد للدائرة الكهربية وتحفظ من التلف الأجهزة الكهربية التى كانت تستمد التيار الكهربى من هذه الدائرة .

تجربة ١١١

كيف تبين أن مصهرا يحفظ دائرة كهربية ؟

أحضر من محل بيع الأدوات الكهربية نصف دستة من قواعد مصابيح كهربية من الصينى ومفتاحاً للدائرة (على شكل سكين) وكمية كافية من سلك نحاسى معزول رقم١٤، لتعمل تجربة لوحة توصيل المصابيح المبينة فى شكل ١٢٤ . ستحتاج أيضاً إلى خمس نهايات توصيل ومصهر يحتمل ١٥٠ أمبيراً . وعندما توصل اللوحة كما فى الشكل ، صل أجهزة كهربية تستخدم بالمنزل مثل مصباح كهربى وسخان خبز ومكوى كهربية ومدفأة كهربية ومروحة كهربية إلى مخارج التيار .



(شكل ١٢٤) مصهر ولوحة توصيل مصابيح
هذه التوصيلة لقواعد المصابيح مفيدة فى تعليم كيف تحمل الدوائر الكهربية بتيار أكبر من اللازم لها وكيف تتجنبه

لاحظ موضع المصهر فى الدائرة . أقفل مفتاح التوصيل . انزع المصهر وانظر خلال نافذة صندوق المصهر المنصهر التى من الميكا . لماذا انصهر المصهر ؟

يبين شكل ١٢٥ التوصيل المعتاد لمفتاح الدائرة الأساسى ، والعداد والدوائر الفرعية التى تؤدى إلى غرف المنزل المختلفة . وغالباً تتحمل المصهرات الرئيسية التى توضع بالقرب من المفتاح ٣٠ أو ٤٠ أمبيراً ، أما المصهرات التى فى الدوائر الفرعية فتتحمل ١٥ أمبيراً .

إذا انصهر مصهر فى منزلك ، فلا تصلحه إلى أن تجد سبب صهره . ثم ركب مصهراً جديداً من نفس النوع . ولا تستخدم مطلقاً بنساً من النحاس الأصفر بدل المصهر فهو خطر لأن البنس يسمح لتيار أكبر بالمرور من الذى

بمروره المصهر ، وبذلك لا يعطى الاحتياط الكامل لتجنب تحمل الدائرة أكثر من اللازم . وتسبب الأسلاك المسخنة جداً الحريق قبل أن ينصهر المصهر .

(شكل ١٢٥) كيف تنتقل الطاقة الكهربية إلى مسكنك . لاحظ كيف يمكن قطع التيار بمفتاح التوصيل الرئيسى وكيف يمر كل التيار فى العداد وكيف أن لكل دائرة فرعية مجموعة منفصلة من المصهرات

وهناك طريقة أخرى لمنع زيادة التيار زيادة كبيرة فى الدائرة وذلك باستخدام قاطع للدائرة ويتكون قاطع الدائرة من ملف كهربى ومغناطيسى يفتح أوتوماتيكياً مفتاح توصيل عندما تحمل الدائرة . وبعد أن يصحح سبب تحمل الدائرة يعدل قاطع الدائرة باليد لحماية الدائرة من مرور تيار آخر بعد ذلك ولا يحتاج إلى تغيير أى شيء فى الدائرة .

أجراس الابواب الكهربية

يمكن تحويل الطاقة الكهربية إلى صوت . والجرس الكهربى أحد الأمثلة على ذلك . فيوصل مفتاح ضاغط (زر) فى دائرة تحتوي على جرس كهربى . فعندما يضغط المفتاح تقفل الدائرة الكهربية ويرن الجرس .

تجربة ١١٢

كيف يمكنك دراسة تركيب جرس الباب الكهربى ؟

صل جرساً يعمل بالتيار المستمر بأسلاك وبعمود جاف وبمفتاح ضاغط كما هو مبين بشكل ١٢٦ . لاحظ المغناطيسات الكهربية وقطعة الزنبرك المثبتة فى المطرقة . اضغط على المفتاح الضاغط لتقفل الدائرة . أبعد قطعة الزنبرك من نقطة تماسها ثم اتركها . هل يمكنك تتبع كل الدائرة الكهربية ؟ .

(شكل ١٢٦) دائرة كهربية لجرس كهربى. هل يمكنك تتبع مسار التيار من البطارية إلى الجرس ؟ واشرح سبب رنينه .

عندما يقفل المفتاح الضاغط الدائرة

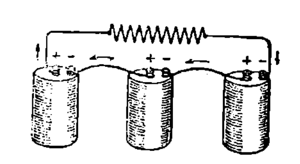
الكهربية ، يمر التيار فى ملفات المغناطيسات الكهربية . فتجذب المغناطيسات الكهربية حافظة الجرس وتضرب المطرقة الجرس . فتنفتح بذلك الدائرة وتفقد المغناطيسات الكهربية مغناطيسيتها وتجذب الحافظة بعيداً بوساطة الزنبرك . ثم تبدأ العملية مرة أخرى وتتكرر عدة مرات فى الثانية . وبذلك يدق الجرس باستمرار ما دام هناك تيار كهربى يمر .

وفى معظم المنازل الخصوصية وحجرات المبانى يوجد محول صغير للجهد وجرس كهربى يعمل بالتيار المتردد فى دائرة كهربية . وهناك بعض الفروق بين تركيب جرس يعمل بتيار متردد والجرس الذى يعمل بتيار مستمر ، ولكن الفكرة المبنى عليها حدوث الصوت واحدة تقريباً .

الدوائر الكهربية

إذا أردت إجراء بعض التجارب بنفسك ، فهناك بعض الارشادات عن الدوائر الكهربية المفيدة لك . يعطى العمود الجاف المعتاد حوالى ٥ر١ فولت أثناء عمله . وعمود بطارية الجيب له نفس جهد العمود الجاف ولكنه يعطى تياراً أقل . وبما أن العمود الجاف به كمية من المواد الكيموية أكبر مما فى عمود بطارية الجيب ، ولذلك فانه يبقى لمدة أطول . وعلى كل حال فعمود بطارية الجيب أسهل فى الحمل من الأعمدة الجافة العادية .

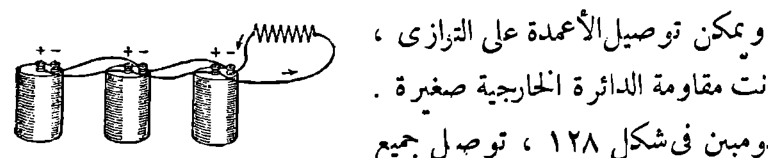
ولا يكفى عادة تيار عمود جاف واحد . فللحصول على جهد أعلى للتغلب على المقاومة ، يمكن توصيل أعمدة لتكون بطارية كالمبينة فى شكل ١٢٧ . ويبين الشكل أن القطب السالب لأحد الأعمدة متصل بالقطب الموجب للعمود التالى . ويسمى مثل هذا الترتيب بالتوصيل على التوالى . والجهد الناتج من التوصيل على التوالى يساوى مجموع جهود كل الأعمدة ويمر كل التيار الكهربى خلال كل عمود



(شكل ١٢٧) عندما توصل الأعمدة على التوالى ، يمر كل التيار فى كل عمود . والجهد الكلى يساوى حاصل ضرب جهد العمود الواحد فى عدد الأعمدة. ويمثل الخط المعرج مقاومة كالجرس مثلا

وكذلك يمكن توصيل الأجهزة الكهربية على التوالى . وتكون فى هذه الحالة المقاومة الكلية للدائرة تساوى مجموع مقاومتها .

ويمكن توصيل الأعمدة على التوازى ، إذا كانت مقاومة الدائرة الخارجية صغيرة . وكما هو مبين فى شكل ١٢٨ ، توصل جميع الأقطاب الموجبة بطرف واحد للمقاومة الخارجية ، وتوصل جميع الأقطاب السالبة بطرفها الآخر . وتعطى بطارية مكونة من أعمدة متصلة على التوازى ، تياراً لمدة طويلة ، كما إذا كانت بطارية واحدة بألواح كبيرة . والجهد الناتج من الأعمدة المتصلة على التوازى يساوى جهد عمود واحد .



(شكل ١٢٨) عندما توصل أعمدة على التوازى ، يكون الجهد الكلى مساوياً لجهد كل عمود وتوصل كل الأقطاب الموجبة بسلك واحد وتوصل كل الأقطاب السالبة بالسلك الآخر

اختبر معلوماتك

١ – عرف : الوات ، والكيلووات – ساعة ، والتوصيل على التوالى ، والتوصيل على التوازى ، والمصهر .
٢ – اذكر كيف تتحول الطاقة الكهربية إلى خمسة أنواع مختلفة من الطاقة .
٣ – كيف يحفظ مصهراً دائرة كهربية ؟
٤ – اذكر أسماء الأجزاء الرئيسية فى موتور كهربى .
٥ – ارسم تدريجات عداد كهربى وسجل قراءته .
٦ – اذكر العلاقة بين الوات والفولت والأمبير .

الكهرباء والطاقة

إن الطاقة الكهربية هى أحد مصادر الطاقة النافعة لدينا والتى نعتمد عليها . وهى تؤدى اليوم كثيراً من الأعمال فى العالم . فهى تخدمنا فى المنزل وفى الصناعة وفى وسائل الاتصال والنقل كما تساعد فى الترفيه عنا فى أوقات فراغنا فى دور السينما والاستماع إلى أجهزة الراديو أو مراقبة أجهزة التليفزيون .

وتأتى كل الطاقة الكهربية المستخدمة فى عالمنا الحديث أصلا من

الشمس ، وبالمثل الطاقة المتولدة من الفحم والبترول . لأن الفحم فى الحقيقة هو « أشعة الشمس المتجمدة » منذ ملايين السنين ، نتج من الغابات الاستوائية . ويظن أن مصدر البترول هو حيوانات البحر التى أكلت النباتات الخضراء فى عصر مضى وبذلك اختزنت طاقة الشمس .

هل توقفت مرة لتفكر فى الطرق العجيبة التى تتحول بها الطاقة ؟ فى الحقيقة انها كالسحر لمجرد التفكير فى أن الطاقة الميكانيكية لشلال يمكن أن تتحول إلى طاقة كهربية . ثم يمكن تحويل الطاقة الكهربية بعد ذلك إلى طاقة ضوئية أو طاقة حرارية أو طاقة كيمرية أو إذا أردت فيمكن تحويلها ثانية إلى نفس الطاقة الميكانيكية التى هى مصدرها . فى الحقيقة أن قصة الطاقة هى قصة العلم .

ملخص للنقاط الهامة

المسالة الأولى

يسبب الاحتكاك شحنات كهربية ساكنة تتجمع على السطوح .

تحتوى كل المواد على بروتونات وإلكترونات . والبروتون هو شحنة كهربية موجبة والالكترون هو شحنة كهربية سالبة .

تتجاذب الشحنات المختلفة وتتنافر الشحنات المتشابهة .

وهج البرق عبارة عن تيار من الالكترونات متجه من الأرض نحو السحاب أو من السحاب إلى الأرض أو من سحاب إلى سحاب آخر .

المسالة الثانية

كل المغناطيسات الطبيعية والصناعية لها أقطاب .

يمكن مغنطة الحديد والنيكل والكوبلت وبعض السبائك كالصلب فقط .

تتنافر الأقطاب المغناطيسية المتشابهة وتتجاذب الأقطاب المغناطيسية المختلفة .

تملأ خطوط القوى المغناطيسية المنحنية كل الوسط المحيط بالمغناطيس . وتعتبر هذه الخطوط غير المرئية بأنها تترك القطب السالب وتدخل فى القطب الجنوبى .

الأرض مغناطيس له قطب شمالى بعيد فى نصف الكرة الجنوبى ، وقطب جنوبى فى شمال كندا .

المسألة الثالثة

يمكن الحصول على الطاقة الكهربية من الطاقة الكيموية ، عندما تغمر مادتين مختلفتين فى محلول يتفاعل مع أحدهما أسرع من تفاعله مع الآخر .
تسرى الالكترونات من القطب السالب إلى القطب الموجب فى الدائرة الخارجية

تتكون البطارية من عمودين أو أكثر .

تحول بطارية السيارة الطاقة الكهربية إلى طاقة كيموبية عندما تشحن ، وعندما تفرغ تتحول الطاقة الكيموية إلى طاقة كهربية .

تحول المولدات الكهربية الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كيموية بتحريك موصل كهربى فى خطوط قوى مغناطيسية .

يمغطس تيار مستمر مار فى سلك ملفوف حول قضيب حديدى ، يمغطس القضيب مكوناً مغناطيساً كهربياً .

تستخدم الكهربا فى طلاء أحد المعادن بمعدن آخر وتسمى العملية الطلاء بالكهربا .

المسألة الرابعة

يقاس معدل مرور تيار كهربى بالأمبير .

الفولت هو وحدة لقياس القوة الدافعة الكهربية التى تدفع الإلكترونات للسريان فى دائرة كهربية .

وتقاس مقاومة مرور التيار الكهربى بالأوم .

قانون أوم هو ح = ت . م

تتأثر مقاومة الموصلات بطول الموصل وحجمه ودرجة حرارته ونوع مادته .

المسألة الخامسة

تنقل خطوط التوصيل الكهربية التيار المتردد من محطات توليد الكهربا إلى الأماكن التى يستخدم فيها التيار .

يمكن أن ينتج التيار الكهربى بالتأثير من ملف آخر .

يتحكم محول الجهد فى الجهد . فيرفع المحول الرافع الجهد ، ويخفض المحول الخافض الجهد .

تستخدم المحولات فى المنازل لتخفض الجهد ليكون مناسبا لأجراس الأبواب ، والمصابيح الفلوريسية وأجهزة الراديو والأجهزة الكهربية الأخرى .

المسألة السادسة

تقاس القدرة الكهربية بالوات أو الكيلووات .

يغير الموتور الكهربى الطاقة الكهربية إلى طاقة ميكانيكية .

المصهر أو قاطع الدائرة هو صمام أمان للدائرة الكهربية إذ يمنع تحملها أكثر مما تطيق .

تتحول الطاقة الكهربية إلى صوت بالأجراس والذبذبات .

يمكن توصيل الدوائر الكهربية على التوالى أو على التوازى .

أسئلة للمناقشة

١ – اذكر ثلاث طرق لزيادة شدة مجال مغناطيسى .

٢ – اذكر فى جملة واحدة ما نوع الطاقة المتحولة التى تنتج فى مولد كهربى وفى موتور .

٣ – صف باختصار كيف تنقل الكهرباء من محطة توليد الكهرباء إلى منزلك .

٤ – ما نوع الطاقة المتحولة المتكونة فى سخان الخبز ؟

٥ – لماذا تصنع الأسلاك ذات الجهد العالى من النحاس أو الألومنيوم ؟

٦ – كيف تختلف المحولات الرافعة للجهد والمحولات الخافضة للجهد ؟

٧ – إذا كان صوت الجرس الكهربى بمنزلك ضعيفا . فكيف تبحث عن الخلل ؟

٨ – كيف يؤثر حجم الموصل فى مرور التيار ؟ اشرح إجابتك .
٩ – اشرح كيف تجرى تجربة لتوضح أنه يمكن الحصول على تيار بالتأثير .
١٠– إذا عرفت جهد وقدرة فرن كهربى ، فكيف تحسب شدة التيار المار فيه ؟
١١– ما معنى عدد الكيلووات– ساعة المذكورة فى « فاتورة » شركة الكهربا .
١٢– ما نوع الدائرة الكهربية المستخدمة فى أسلاك إنارة شجرة عيد الميلاد التى تنطفىء كل أنواره إذا انتزعت مصباحا واحداً من قاعدته ؟ فسر ذلك .
١٣– اذكر العوامل التى تؤثر على المقاومة الكهربية للموصلات .
١٤– اذكر مزايا وجود الكهربا فى منزل .
١٥– اذكر وعرف الوحدات المستخدمة فى قياس تأثيرات التيار الكهربى .
١٦– كيف تجرى تجربة لتوضح أن هناك مجالا مغناطيسيا يحيط موصلا به تيار كهربى ؟
١٧– لماذا يستخدم محول الجهد فقط مع التيار المتردد ؟

تمرن على حل المسائل

صمم اثنا عشر من طلبة العلوم على تكوين ناد ، واختاروا جون مارتن رئيسا وطلبوا منه أن يصمم حلية ليلبسها كل عضو فى النادى .

فاشترى جون دستة مسامير على هيئة حدوة الفرس من الحداد وثنى كل مسمار على شكل خاتم وقرر طلاءها بالنحاس . وعندما وجد بعض كبريتات النحاس بين المواد التى يحتفظ بها والده ليستعملها فى أعمال زرع الحديقة ، سأل والده أن يسمح له بأخذ بعضها . ووافق الوالد وسأل جون كيف سيستخدمها . ولما أخبره جون بغرضه قال مستر مارتن: « لن تحتاج إلى تيار كهربى. أسقط فقط الخواتم فى محلول كبريتات النحاس واتركها لمدة ساعة أو ساعتين . وسيغطى التفاعل الكيموى بين الحديد والمحلول المسامير بالنحاس. وقد حدث نفس النوع من التفاعل على ما اعتقد عندما استخدمت مسامير تثبيت من الألومنيوم لتثبيت أجزاء أنبوبة الدخان المتصلة بالفرن . لأن حامض

الكبريتيك المتكون من دخان الفحم وبخار الماء ، قد أحدث ثقوبا حول المسامير . وكان يجب على أن أشترى أنبوبة جديدة للوصلة بين الفرن والمدخنة ».

حضر جون محاولا من كبريتات النحاس ، وبعد أن بلّل الخواتم فى الكحول لإزالة أى مادة زيتية من على أسطحها ، غمر ستة من الخواتم الحديدية ومسماراً مغطى بطبقة من الألومنيوم فى المحلول وتركها فيه لمدة ساعتين . ثم وضع جون الستة الخواتم الأخرى ومسماراً مطلياً بالألومنيوم على مسافات متساوية على سلك عار من النحاس . واستخدم أعمدة جافة كمصدر للتيار الكهربى خلال المحلول والخواتم . وبعد ساعتين أخرج الخواتم من المحلول وتركها لتجف .

وبعد أن أعطى جون الخواتم إلى أعضاء ناديه بثلاثة أسابيع ، اشتكى ستة من الطلبة من أن خواتمهم قد فقدت كثيراً من طبقة النحاس المترسبة وكان واضحاً على بعض الأصابع لون بنى شبيه بصدأ الحديد . فأخذ جون الخواتم إلى المنزل عازماً على طلائها ثانياً . ولما اختبر المسامير ذات الطلاء الألومونيومى وجد أن واحداً فقط قد طلى بالنحاس ولم يستطع التذكر أيهما قد طلى بالكهربا.

هل قام جون بتجربة متحكم فيها عندما حضر فى أول الأمر خواتم النادى؟

ماذا كان عامل التحكم ؟

ماذا كان عوامل التجربة ؟

ماذا كان غرض جون من استعمال المسامير ؟

ما الذي يجب عليه عمله بعد ذلك قبل أن يقرر كيفية طلاء الخواتم ثانياً حتى يكون طلاؤها ثابتاً ؟

١٠
تأدية أشغال العالم

منذ بضع مئات من السنين فقط ، كانت الأدوات التى يستخدمها الإنسان بسيطة جداً . ولم يكن لدى الناس فى العصور الوسطى محاريث أو آلات لنسج ملابسهم . وكانت الملابس والأشياء الأخرى التى يحتاج إليها فى المنزل تصنع كلها باليد . وحتى الأطفال كان عليهم أن يعملوا فى المنزل .

واحتاج عمل أول مقص ، بربط سكينين مع بعضهما ، احتاج إلى تخيل وتجربة أما الآن ، فتجد أن مطرقة لها شكل خاص من أحد طرفيها لدق مسمار والطرف الآخر لإخراج مسمار وهى إحدى الأدوات الشائعة فى منازلنا . وقد جعل استخدام الأدوات والآلات العمل ممكناً فى المصانع . والآن يقوم الآباء بالعمل فى المصانع بالآلات ، وليس هناك ما يدعو إلى أن يعمل الأطفال فى الصناعة .

ستعرف فى هذا الفصل كثيراً عن الآلات . وستساعدك هذه الدراسة على تقدير الحضارة التى نعيش فيها . وبدون الآلات لم تكن حضارتنا الحديثة ممكنة . ومع أن الآلات المعقدة التى تستخدم الآن قد استغرقت قروناً لتتطور إلا أنها كلها مكونة من ستة أجهزة بسيطة كانت تستخدم منذ ثلاثة آلاف من السنين .

المسائل التى سوف نعالجها

١ ــ كيف نستخدم القوى ؟
٢ ــ ماذا تقدمه لنا الآلات ؟
٣ ــ ما هى أنواع الآلات ؟
٤ ــ كيف يساعدنا الاحتكاك وكيف يقاومنا ؟
٥ ــ كيف تستخدم الآلات فى العمل ؟

المسألة الأولى – كيف نستخدم القوى ؟

تتحرك الأجسام فى حياتنا اليومية بجذبها أو بدفعها . وهذه الجذبات والدفعات هى قوى . وربما تكون أكبر قوة هى التى تجذبنا نحو مركز الأرض . وتسمى قوة الجاذبية . وقد اكتشف العلماء كيف تؤثر الجاذبية على أرضنا التى تدور حول نفسها .

فى القرن السابع عشر ، فكر السير اسحق نيوتن الإنجليزى ملياً فى كيفية سقوط الأجسام نحو الأرض . والآن ، ربما نعجب من أن الإنسان سيبنى صاروخاً يترك الأرض وربما يصل إلى القمر .

استنتج نيوتن ، بعد تجارب كثيرة ، أن كل جسم فى الكون يجذب كل جسم آخر . ونحن نعتقد الآن أن الشمس وكل كوكب من الكواكب تجذب بعضها . وقوى الجذب هذه هى التى تحفظ الكواكب فى مساراتها الحالية . ومع أنه يصعب عليك أن تعتقد أنك إذا قفزت من فرع شجرة نحو الأرض ، فان الأرض تتحرك بمسافة متناهية فى الصغر نحوك ، إلا أن التجارب الدقيقة تبين صحة ذلك .

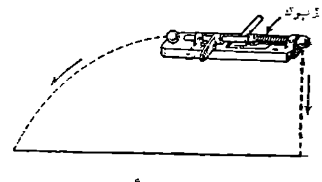
تجربة ١١٣

كيف تعرف أن الأجسام الثقيلة تسقط أسرع من الأجسام الخفيفة ؟

اقذف من قاعدة نافذة بالدور الثانى ، كرة بيزبول وكرة تنس فى نفس اللحظة ، ويكون معك زميل على الأرض يستخدم ساعة توقيت ليقدر الزمن الذى تأخذه كل من الكرتين فى السقوط . والآن ، اقذف بنساً وقطعة من الورق المقوى فى نفس اللحظة وقس الزمن اللازم لهما حتى يصلا إلى الأرض . ضع الآن قطعة الورق المقوى فوق البنس واقذفهما . قارن بين زمنى سقوطيهما .

إن كرتى البيزبول والتنس متساويتان تقريباً فى الحجم ولكن كرة البيزبول أثقل من كرة التنس . ومع ذلك سقطت الكرتان نفس المسافة فى نفس الوقت . وفى التجربة الأخرى ، البنس وقطعة الورق المقواة لهما نفس

الوزن تقريباً ، ولكن البنس يسقط أسرع من قطعة الورق المقواة وذلك لأن مساحة سطح قطعة الورق أكبر بكثير من مساحة سطح البنس ، وبذلك تكون مقاومة الهواء لقطعة الورق أكبر . ولهذا تسقط ببطء أكثر من البنس أما الأجسام التى لها نفس الحجم تقريباً لكن أوزانها مختلفة فتسقط بنفس السرعة ولكن الأجسام الكبيرة الحجم تسقط ببطء أكثر من الأجسام الصغيرة الحجم لأن مقاومة الهواء تكون أكبر على السطوح الكبيرة .



(شكل ١٢٩) مع أن الكرة اليسرى قذفت إلى الخارج وتتحرك فى مسار أطول ، إلا أنها تصل إلى الأرض فى نفس الوقت الذى تصل فيه الكرة الأخرى الساقطة رأسياً

الأجسام الساقطة من طائرات على ارتفاعات شاهقة تسقط أسرع وأسرع كلما اقتربت من الأرض . وعندما تصل سرعاتها إلى ١٣٠ ميلا فى الساعة ، فان مقاومة الهواء تساوى قوة الجاذبية وحينئذ لا تزيد سرعة جسم ساقط .

وزن الأجسام

الجاذبية هى القوة التى تجذب بها الأجسام نحو الأرض . ونقيس هذا الجذب على كل جسم بمقدار وزنه . فإن لم تكن هناك جاذبية ، لم يكن هناك وزن لأى شىء . وكما تعرف ، فانه يقاس وزن طرد من اللحم أو حفنة من المسامير . بوضع الجسم فى كفة ميزان ويعادل الميزان بأثقال معلومة فى الكفة الأخرى . ويجب أن تكون الأثقال المعلومة المستخدمة فى الميزان دقيقة وتتفق مع الموازين العيارية المحفوظة فى مكتب المعايير بواشنجطن د . ث .

لا يكون للأجسام نفس الوزن فى كل الأماكن على سطح الكرة الأرضية . دعنا نر السبب فى ذلك . فأرضنا ليست كروية تماماً فهى مسطحة قليلا عند القطبين وتنبعج قليلا عند خط الاستواء . فلذلك تكون مدينة قريبة من خط الاستواء أبعد من مركز الأرض من مدينة فى ألاسكا . وكلما بعد

جسم من مركز الأرض ، قلت قوة الجاذبية عليه . وبذلك فانك تزن أقل عندما تكون قريباً من خط الاستواء عما إذا كنت بالقرب من القطب الشمالى .

تقاوم الأجسام الحركة

إذا وضعت برتقالة فوق منضدة ، فستظل فى مكانها إلى أن يحدث شىء لها . ولكن إذا بدأتها فى الحركة بدفعة خفيفة . فستبدأ فى الدحرجة وستظل تتدحرج إلى أن توقف بقوة أخرى .

تتجه الأجسام المتحركة إلى الاستمرار فى الحركة كما تتجه الأجسام الساكنة إلى أن تظل فى حالة السكون . ويسمى هذا الاتجاه بالقصور الذاتى .

تجربة ١١٤

كيف تبين أن أى جسم له قصور ذاتى ؟

ضع طبقة سميكة من الرمل فى قاع زجاجة ثم ضع على فوهة الزجاجة قطعة من الورق المقوى مساحتها بوصتان مربعتان وضع قطعة رخام على قطعة الورق بالقرب من وسطها . اضرب أحد أحرف الورقة بقوة بمسطرة لتزيلها من فوق فوهة الزجاجة . لماذا تسقط قطعة الرخام داخل الزجاجة ؟

القصور الذاتى

عندما تكون واقفاً فى سيارة أوتوبيس متحرك ثم يقف ، فيميل جسمك إلى الاستمرار فى الحركة إلى الأمام بسبب القصور الذاتى . عندما يقف الأوتوبيس فجأة فلا بد أن تمسك نفسك من الاندفاع إلى الأمام . وللأجسام الثقيلة قصور ذاتى أكبر من القصور الذاتى للأجسام الخفيفة . فاذا كان لورى ثقيل وسيارة خفيفة يسيران بنفس السرعة ، فيلزم للورى قوة كبيرة لإيقافه أكبر من القوة التى تلزم لايقاف السيارة . وكذلك فان اللوريات أبطأ من السيارات فى بدء الحركة . ويتحكم سائقو السيارات واللوريات ومهندسو القطارات فى تأثيرات القصور الذاتى بأن يسمحوا لمركباتهم بالهبوط على أسطح التلال من غير وقود أو بوقود قليل . وبالعكس فانهم يزيدون السرعة قبل بدء تسلق سطح مائل ، لأن القصور الذاتى لمركبة متحركة بسرعة يساعدها على استمرار الحركة .

القوة الطاردة المركزية والقوة الداخلية المركزية

هل ربطت مرة حجراً فى طرف خيط ، وأمسكت جيداً بالطرف الآخر له وجعلت الحجر يدور فى دائرة مركزها يدك ؟ لقد كان هناك قوتان تؤثران على الحجر ليحفظاه متحركاً فى دائرة . تسمى القوة التى تجذب بها الحجر إلى الداخل بالقوة الداخلة المركزية وتسمى القوة التى تجذبه بعيداً عن المركز بالقوة الطاردة المركزية . وإذا كان الخيط ضعيفاً وأدرت الحجر بسرعة كبيرة ، فإن القوة الطاردة المركزية تقطع الخيط.



(شكل ١٣٠) كيف تساعد هنا القوة الطاردة المركزية ؟ أين تؤثر القوة الداخلة المركزية ؟

ومن الضرورى فى بعض الأحيان أن نعادل القوة الطاردة المركزية فى حياتنا اليومية، فمثلاً عند التزحلق فى مسار منحنى يجب أن نميل نحو المركز لنتجنب القذف إلى الخارج كما أن السيارة تنقلب إذا كانت تقطع منحنياً وهى تسير بسرعة كبيرة . ولمنع حدوث ذلك يجب أن تميل السيارات عند المنعطفات . وتسبب القوة الطاردة المركزية تطاير الوحل من عجلات سيارة دائرة ولذلك تجهز السيارات برفارف .

ومع ذلك فليست القوة الطاردة المركزية ضارة دائماً ، فهى نافعة فى صناعة منتجات الألبان مثلا فى أجهزة فصل الكريم، يفصل الزبد«الكريم» من اللبن باستخدام القوة الطاردة المركزية فتدار أقراص فى وعاء بسرعات كبيرة وحيث أن اللبن المنزوع منه الكريم أثقل من الزبد «الكريم» ، فيندفع إلى الخارج تحت الأقراص حيث يصرف من الوعاء . أما الكريم فيتجمع ويتكوم فى وسط الوعاء حيث يؤخذ .

تستخدم القوة الطاردة المركزية فى بعض أنواع آلات غسل الملابس ،

وفى تجفيف الملابس . فبينما تدار الملابس فى أوعية أسطوانية ، يطرد الماء من الملابس خلال ثقوب صغيرة فى الوعاء الأسطوانى بالقوة الطاردة المركزية .

الفعل ورد الفعل

ربما قد حاولت فى وقت ما أن تقفز إلى الشاطىء من قارب تجديف وسقطت فى الماء ويحدث هذا لأنه عندما تقفز إلى الأمام يتحرك القارب إلى الخلف . وتبين هذه التجربة قانوناً علمياً يمكن التعبير عنه كالآتى :

« لكل فعل رد فعل مساو له فى المقدار ومضاد له فى الاتجاه » .

وهناك أمثلة كثيرة لقوى الفعل ورد الفعل . فيدفع جناح طائر الهواء إلى الخلف فيدفع الهواء الطائر إلى الأمام . وفى التجديف ، تدفع المجاديف الماء إلى الخلف ، فيدفع الماء القارب إلى الأمام . كما يدفع طرف خرطوم حديقة ملقى على الحشائش إلى الخلف برد فعل الماء أثناء خروجه من الفوهة . واندفاع المدفع إلى الخلف لمثال آخر لرد الفعل . وكذلك تدار بنفس الطريقة العجلة ذات الدبابيس المستخدمة فى الألعاب النارية حاول أن تفكر فى أمثلة أخرى لقوى الفعل ورد الفعل .

اختبر معلوماتك

١ — علل لماذا يميل راكب دراجة فى اتجاه منعطف .

٢ — اذكر كيف تستخدم القوى فى الألعاب الرياضية مثل ألعاب البيزبول وكرة القدم وكرة السلة .

٣ — علل لماذا ينزلق الرمل من الجاروف عندما يوقف الرجل الجاروف فجأة.

٤ — لماذا تصب الأنهار الصغيرة فى الأنهار الكبيرة ولماذا تصب الأنهار الكبيرة فى المحيط ؟

٥ — عرف : قوة ، قصور ذاتى ، متجه خارج المركز ، قوة داخلة مركزية.

٦ — كيف يتجنب لاعب بيزبول ماهر اصابة يديه من كرة قذفت بشدة ؟

المسألة الثانية — ماذا تقدمه الآلات لنا ؟

ربما عندما تقرأ كلمة « آلات » تفكر أولا فى الحازولين والآلات البخارية . وربما لا تعلم أن مفكاً ومطرقة ومقبض باب هى أيضاً آلات .

فالآلة هى جهاز ميكانيكى يساعدنا على القيام بعمل شغل بقوة أقل وفى وقت أقصر أو بكلتا الميزتين .

لقد اخترعت آلات كثيرة فى القرنين الماضيين . وإذا كان جدك قد عاش دائماً فى مزرعة ، فسيخبرك بتغيرات كثيرة قد رآها فى استخدام آلات فى المزرعة . فقد استبدل مثلا بالمحاريث اليدوية وسكاكين الحصاد بمحاريث وآلات حصاد تجر بجرارات . وربما تتذكر جدتك أول آلة كهربية لغسل الملابس رأتها فى حياتها . ربما لا تستطيع التخيل أن تذهب هنا وهناك بدون سيارة . وقد تظن قصص جدك عن الركوب إلى ولائم أعياد الميلاد فى مركبات تنزلق على الجليد يجرها الخيل قد تظنها قصصاً خيالية .

يمكن للآلات ان تزيد السرعة

ليس ضرورياً أن يكون للآلة جهاز زيادة السرعة وعجلات . فإذا كنت قد ذهبت لاصطياد السمك ، فقد استخدمت آلة عندما حركت طرف قصبة الصيد بضع بوصات فقط إلى أسفل لكى ترفع طرفها الآخر إلى أعلى لعدة أقدام ، كما أن السمكة التى فى الخيط ارتفعت إلى أعلى أسرع من تحرك يدك إلى أسفل . وبذلك فإن قصبة الصيد كانت آلة اكتسبت بها اقتصاداً فى المسافة وزيادة فى السرعة .

يمكن للآلات ان تزيد القوة

تستخدم الآلة لمضاعفة القوة . فيمكنك بسهولة إخراج مسمار من لوح خشبى بقوة صغيرة باستخدام كماشة . وربما قد لاحظت رفع عجلة سيارة عن الأرض بيد واحدة وذلك باستعمال آلة رافعة (تسمى جاك) . فتتغلب المطرقة ذات الفكين (الكماشة) والآلة الرافعة على القوة الكبيرة . كما أن الأجهزة الشائعة الاستخدام فى الطبخ مثل السكاكين وفاتحات العلب هى أيضاً آلات .

الشغل والطاقة

تعمل الآلات شغلا بسبب الطاقة . والطاقة هى المقدرة على عمل شغل . ولا نستطيع أن نستحدث الطاقة أو نفنيها . وتقوم الطاقة بتأدية شغل العالم . فتنقلنا إلى المدرسة وتدفىء وتضىء منازلنا ومصانعنا وتجهز وتحفظ طعامنا .

تغير الآلات اتجاه القوة

عندما تركب عجلة ، فإن القوة التى تؤثر بها على البدال إلى أسفل تدفع العجلة إلى الأمام . وبذلك فتغير العجلة اتجاه القوة . وآلة قطع الحشائش إنما هى مثل آخر لتغيير الآلة لاتجاه القوة . فعندما تدفع يد الآلة إلى الأمام ، تدور أسنان الآلة القاطعة .

يمكن للآلات أن تحول الطاقة

عرفت فى الفصل السابق أن الموتور يغير الطاقة الكهربية إلى طاقة ميكانيكية . ويغير مصباح إضاءة كهربى الطاقة الكهربية إلى ضوء وكذلك يحول المركم الطاقة الكيموية إلى طاقة كهربية .

الشغل

يمكنك اعتبار الشغل كأنه بعض النشاط الذى تبذله لتكسب منه مالا أو كشىء يتعبك عند أدائه ، أو كشىء لا بد من عمله . ولكن بالنسبة للعلماء فيحدث الشغل فقط عندما تؤثر قوة على جسم وتحركه . وبذلك فأنت تبذل شغلا عندما تمشى أو تجرى وذلك لأنك تحرك جسمك من مكان إلى آخر . وتبذل آلة السيارة شغلا عندما تحرك وزن السيارة على الطريق . وكذلك تبذل الريح شغلا عندما تدفع قارباً شراعياً فى الماء . فى كل حالة تجد أن هناك قوة مؤثرة تسبب حركة .

قياس الشغل

تحدد كمية الشغل المبذول بمقدار القوة المؤثرة وبالمسافة التى تحركها الجسم تحت تأثير القوة المؤثرة عليه . فإذا رفع رطل واحد لمسافة قدم واحدة فقد بذل شغل مقداره قدم . باوند واحد . والقدم . باوند هو أحد وحدات قياس الشغل .

ويمكن قياس الشغل بوحدات أخرى غير وحدة القدم . باوند . فإذا رفع وزن كيلوجرام لارتفاع متر واحد فقد بذل شغل مقداره كيلوجرام . متر

واحد . ولعلك قد رأيت الآلات الكبيرة التى ترفع القاذورات المتكومة على الأرض وتقذفها فى لوريات ، فإذا رفعت مثل هذه الآلة طناً واحداً إلى ارتفاع عشر أقدام ، فقد بذلت شغلا قدره ١٠ قدم . طن .

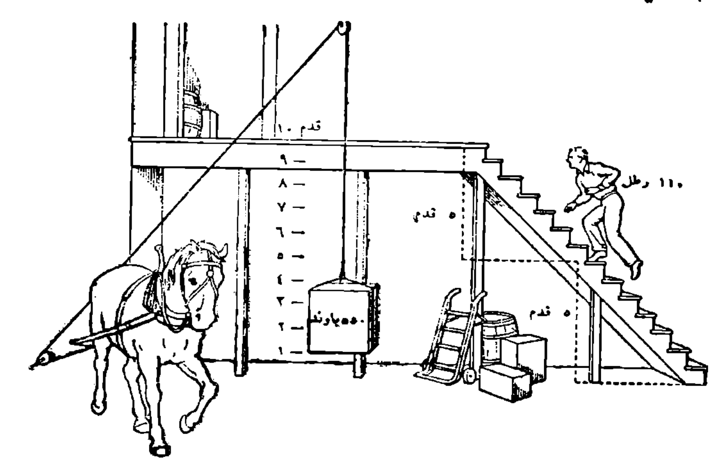
الاقتصاد فى الشغل

غالباً ما نسمع أن الآلات هى « أجهزة اقتصاد فى العمل » . أى إنها تقلل الشغل . ولكن الآلات لا تقلل الشغل ، بل توفر علينا القوة العضلية والزمن باستخدام طاقة ميكانيكية أو كهربية أو أى نوع آخر من الطاقة . ولكن كمية الشغل المبذول هى نفسها سواء عملت بأجهزة ميكانيكية أو بعضلات جسمية .

القدرة والشغل

تعرف القدرة بأنها معدل أو سرعة بذل الشغل . فإذا جز ولد حشائش فى ساعة وقام بنفس العمل ولد آخر فى نصف ساعة فتكون قدرة الولد الثانى ضعف قدرة الولد الأول .

وقد سمعت عن قدرة الحصان لسيارة ما . وكان جيمس وات أول من استخدم تعبير قدرة الحصان لمقارنة قدرة الآلة البخارية التى كانت حديثة



(شكل ١٣١) كيف يمكن قياس قدرة الحصان؟ القدرة اللازمة لرفع حمل ثقله ٥٥٠ باوند لمسافة قدم واحدة فى ثانية واحدة هى قدرة الحصان . إذا وصل الولد إلى قمة الدرج فى ١٠ ثوانى ، فيكون مستخدماً $\frac{1}{5}$ قدرة حصان .

الاختراع آنئذ بقدرة حصان (الحيوان المعروف) فى رفع ماء من مناجم فحم .
وعين وات وزن الماء الذى يقوم حصان واحد باستخراجه بانتظام والمسافة
التى يتحركها فى وزن معلوم . واستنتج أنه فى المتوسط ، يستطيع الحصان أن
يعمل ٣٣٠٠٠ قدم . باوند كل دقيقة ، أو ٥٥٠ قدم . باوند فى الثانية .
وبذلك فقدرة حصان واحد تساوى ٥٥٠ قدم . باوند فى الثانية .

وستساعدك التجربة التالية على فهم الفرق بين الشغل والقدرة .

تجربة ١١٥

كيف نقيس قدرة الحصان ؟

عد السلالم التى فى الدرج . وبقياس ارتفاع درجة واحدة يمكنك معرفة
إلى أى ارتفاع ترفع إليه وزنك عندما تصعد الدرج . ما مقدار الشغل الذى
تبذله ؟ والآن اطلب من زميلك أن يحمل ساعة إيقاف ليقيس الزمن الذى
تستغرقه فى صعود الدرج جرياً . هل يمكنك الآن حساب معدل بذلك للشغل ؟
ما هى قدرتك ؟

إذا كان ارتفاع الدرج عن الأرض هو ١٢ قدماً ، وكان وزنك ١٢٠
رطلا إذن فأنت تبذل شغلا قدره ١٤٤٠ قدم . باوند فى صعودك الدرج سواء
جرياً أو ببطء . فإذا أمكنك أن تصعد هذا الدرج جرياً فى ١٠ ثوان ، إذن
فأنت تبذل شغلاقدره ١٤٤ قدم . باوند كل ثانية . وبما أن قدرة الحصان
الواحد تساوى ٥٥٠ قدم . باوند فى الثانية ، فيمكنك معرفة قدرتك بالنسبة
لقدرة الحصان بمقارنة ١٤٤ و ٥٥٠ ، أى يكون معدل بذلك للشغل هو $\frac{١٤٤}{٥٥٠}$
أى تكون قدرتك تساوى ٢٦ر٠ من قدرة الحصان أو أكثر قليلا من $\frac{١}{٤}$ قدرة
حصان .

ويمكن التعبير عن العلاقات المستخدمة للقياس بوحدة قدرة الحصان
(معدل بذل الشغل) بمعادلات رياضية .

$$\text{قدرة الحصان} = \frac{\text{قدم . باوند فى الدقيقة}}{٣٣٠٠٠}$$

$$= \frac{\text{عدد الأقدام} \times \text{عدد الباوندات}}{٣٣٠٠٠ \times \text{عدد الدقائق}}$$

$$\text{أو} = \frac{\text{قدم . باوند فى الثانية}}{٥٥٠}$$

$$= \frac{\text{عدد الأقدام} \times \text{عدد الباوندات}}{٥٥٠ \times \text{عدد الثوانى}}$$

اختبر معلوماتك

١ — عرف : طاقة ، آلة ، شغل ، قدرة ، قدرة حصان .

٢ — اذكر أمثلة للطرق التى يمكن أن تتحول بها الطاقة .

٣ — هل هناك أى شىء مثل « جهاز اقتصادى فى العمل » ؟ فسر ذلك .

٤ — يصعد ولد وزنه ١٤٠ رطلا جرياً إلى أعلى درج ارتفاعه (العمودى) ١٠ أقدام . احسب قدرة الولد مقدرة بقدرة الحصان .

٥ — اشرح العلاقة بين الشغل والطاقة .

٦ — اذكر ثلاثة أشياء تقوم بها الآلات لنا . وأعط مثالا لكل واحد .

المسألة الثالثة ــ ما هى أنواع الآلات ؟

ربما يخطر ببالك ، عندما تفكر فى الآلات ، هذه الأجهزة ذات الأسنان والعجلات والسيور والبكرات . وفى الحقيقة فكل هذه الأجهزة المعقدة إن هى إلا تكوينات من ست آلات بسيطة . وهذه الآلات الست هى الرافعة ، القرص والعمود والبكرة والمستوى المائل والبريمة والكلابة وستعرف فى هذه المسألة الأسس التى تعمل بها هذه الآلات البسيطة .

روافع النوع الأول

تتكون الرافعة عادة من قضيب مستقيم يمكنه الدوران حول نقطة تسمى نقطة الارتكاز . فالخاروفات والمكنسات والعتلات وقصبات صيد السمك

ومفاتيح البيانو والمطرقات كلها روافع . وهناك ثلاثة أنواع من الروافع . وتقع نقطة الارتكاز فى رافعة من النوع الأول بين القوة المؤثرة (الجهد) والمقاومة المراد التغلب عليها .

تجربة ١١٦

كيف تعرف طريقة استخدام رافعة ؟

اقطع قطعة مثلثية من الخشب ، وقطعة أخرى طولها حوالى ثلاث أقدام وسمكها بوصة واحدة . ضع القطعة الطويلة على القطعة المثلثية على سطح نضد بحيث أنها تتزن فى وضع أفقى . فتكون نقطة الارتكاز عند نقطة تماس القطعتين. ضع ثقلا وزنه ١٠٠ جم على أحد الطرفين ، وثقلا آخر زنة ٢٠٠ جم على الطرف الآخر . تجد أن الرافعة غير متزنة الآن . حرك ثقل الـ ٢٠٠ جم نحو نقطة الارتكاز حتى تتزن الرافعة . قس الآن المسافة بين نقطة الارتكاز وكل من الثقلين . ما هى النسبة بين المسافتين ؟ وما هى النسبة بين الوزنين ؟ اضرب الـ ١٠٠ جم فى بعدها عن نقطة الارتكاز ، وكذلك اضرب الـ ٢٠٠ جم فى بعدها عن نقطة الارتكاز . ماذا تلاحظ عن حاصلى الضربين ؟

قس ارتفاع كل ثقل عن النضد . اجذب طرف الرافعة الذى يحمل ثقل الـ ١٠٠ جم بعناية إلى أسفل نحو النضد ثم قس المسافة التى يتحركها كل ثقل . هل تحرك ثقل الـ ٢٠٠ جم نصف المسافة التى تحركها ثقل الـ ١٠٠ جم بالضبط ؟

فى هذا النوع من الروافع ، قوة صغيرة متحركة فى مسافة كبيرة تحرك مقاومة أكبر خلال مسافة أقصر . وبما أن القوة التى فى امكانياتنا ليست غالباً كبيرة جداً فيمكن استخدامها بأكبر كفاية وذلك بوضعها أبعد ما يمكن من نقطة الارتكاز وبوضع المقاومة أقرب ما يمكن من نقطة الارتكاز فى الناحية المقابلة . نحن نعمل هذا عندما نفتح مقصاً فتحة واسعة جداً ونضع المادة المراد

(شكل ١٣٢) لماذا يمكن قطع مادة صلبة بقوة أقل عندما توضع بالقرب من نقطة الارتكاز عما إذا وضعت بالقرب من طرفى الذراعين ؟

قطعها أقرب ما يمكن من المسمار (نقطة الارتكاز) . ويمكننا بذلك قطع مادة صلبة نوعاً ، فباستخدام قوة صغيرة تطبق ذراعى المقص .

روافع النوع الثانى

ليست كل الروافع لها نقطة الارتكاز بين القوة والمقاومة كالمقص والكماشة . فمثلا فى عربة نقل الأشياء الصغيرة ذات العجلة الواحدة ، توجد المقاومة بين القوة ونقطة الارتكاز . وتعرف مثل هذه الروافع بروافع من النوع الثانى .

روافع النوع الثالث

هناك نوع ثالث من الروافع ، وفيه تقع القوة بين نقطة الارتكاز والمقاومة . فماسك قطع السكر والملقط وذراعك نفسه كلها أمثلة لروافع النوع الثالث .

والرافعة إحدى الآلات الست البسيطة . وتعمل كل الآلات بنفس الفكرة . والشغل الذى تبذله الآلة مساو للشغل المبذول بالقوة المؤثرة عليها ، مع إهمال الاحتكاك . ولكنك سترى فى المسألة القادمة لماذا لا يمكن اهمال الاحتكاك .

القرص والعمود

إن القرص والعمود آلة بسيطة . عندما تدير مفتاح جهاز راديو فانك تؤثر بقوة على طرف قرص . ومحور الارتكاز هنا فى مركز القرص. ويتصل عمود مثبت بمركز القرص بالمقاومة . وبذلك فالقرص والعمود رافعة من النوع الثانى . وتتحرك القوة أكثر بكثير من المقاومة . ويمكنك فهم ذلك إذا لاحظت أن عجلة قيادة سيارة تعمل أكثر من لفة واحدة بينما تدور السيارة بالضبط إلى اليمين أو إلى اليسار .

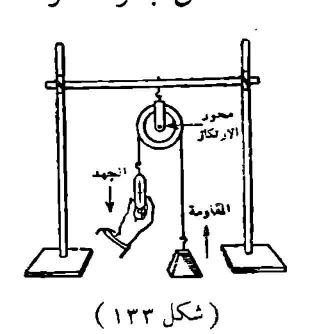
البكرة

البكرة نوع آخر للآلة البسيطة . وتتركب من قرص به تجويف فى حافته يمر فيه خيط أو سلسلة . وتستخدم البكرة فى تغيير اتجاه القوة كما سترى فى التجربة التالية .

تجربة ١١٧

كيف تستخدم بكرة لتؤثر بقوة فى اتجاه ما وتحرك مقاومة فى اتجاه آخر ؟

علق بكرة مفردة من خطاف على حامل كما هو مبين فى شكل ١٣٣



(شكل ١٣٣)

لف خيطاً حول البكرة واربط ثقلا فى أحد طرفيه واربط فى الطرف الآخر خطاف ميزان زنبركى . اجذب الميزان ببطء إلى أسفل حتى يرتفع الثقل (المقاومة) بانتظام . اقرأ الميزان لتعرف مقدار القوة اللازمة. ثم علق الثقل مباشرة فى الميزان لتعرف مقدار القوة اللازمة لرفعه بدون استخدم البكرة .

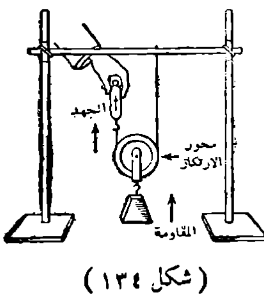
مزايا البكرات

تسمى البكرة المستخدمة بهذه الطريقة بكرة ثابتة ، وهى رافعة من النوع الأول . ولا تكتسب قوة باستخدامها حيث أن الجهد مساو للمقاومة . ولكن نستفيد بها فى رفع الأجسام . فإنه من الأيسر مثلا الوقوف على الأرض ورفع علم بوساطة بكرة مثبتة فى أعلى سارية العلم عن أن نرفع شخصاً ليثبت العلم فى أعلى السارية .

تجربة ١١٨

ما الفائدة المكتسبة من استخدام بكرة مفردة متحركة ؟

علق قضيباً قصيراً أفقياً بين حاملين . اربط أحد طرفى خيط فى القضيب ولف الخيط حول البكرة كما هو مبين فى شكل ١٣٤ . وبتثبيت ثقل فى البكرة كمقاومة وميزان زنبركى فى طرف الخيط الآخر ، لاحظ قراءة الميزان (الجهد) عندما يرتفع الثقل. مامقدار القوة المستخدمة الآن بالنسبة للثقل المرفوع ؟ وفى أى حالة يتحرك الجهد أكثر من المقاومة ؟



(شكل ١٣٤)

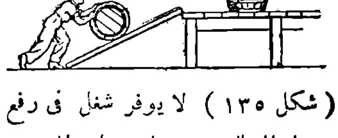
تسمى مثل البكرة المستخدمة فى هذه التجربة بكرة متحركة . وهى رافعة

من النوع الثانى لأن المقاومة تقع بين الجهد ونقطة الارتكاز . وتقع نقطة الارتكاز عند إحدى نهايتى قطر البكرة كما يؤثر الجهد عند الطرف الآخر لنفس القطر . ويمكنك ملاحظة نفس الشيء عندما يوضع التبن فى الجرن بوساطة شوكة التبن ، وبذلك فالبكرة المستخدمة هى رافعة من النوع الثانى .

وغالباً ما يرفع العمال الأجسام الثقيلة باستخدام مجموعة من البكرات تحتوى على بكرات ثابتة ومتحركة . وتسمى كل مجموعة من البكرات فيها بمجموعة بكرات ويمكنك رؤية إحداها فى جراج عندما تخرج آلة السيارة من تحت غطائها . ويمكن لعامل ميكانيكى أن يرفع آلة السيارة لأن قوته تتحرك مسافة أكبر من المسافة التى تتحركها الآلة .

المستوى المائل

وكذلك يعتبر المستوى المائل آلة بسيطة . فانحدار تل يكوّن مستوياً مائلا كما أن لوحاً من الخشب يمتد من لورى إلى الأرض هو أيضاً مستوى مائل . ويحتاج إلى قوة أقل لدفع برميل من الشارع إلى لورى بدحرجته على اللوح الخشبى ، من القوة اللازمة لرفع البرميل رأسياً .



(شكل ١٣٥) لا يوفر شغل فى رفع برميل إلى الرصيف باستخدام المستوى المائل ، لكنه يحتاج إلى قوة أقل

تجربة ١١٩

كيف يتم العمل بأكثر سهولة باستخدام مستوى مائل ؟

أحضر لوحاً خشبياً طوله ٤ أقدام وعرضه ٦ بوصات. ارفع أحد طرفيه عن الآخر بمقدار قدم واحدة وثبته فى هذا الوضع بوساطة قطع خشبية قصيرة أو بوضع كتب تحته . اربط ميزاناً زنبركياً وخيطاً فى لعبة على شكل عربة سكة حديد تحمل ثقلا قدره رطل واحد . ويحفظ الخيط موازياً للوح الخشبى ، ارفع العربة على اللوح بانتظام . ما مقدار القوة اللازمة ؟ أزد الثقل فى العربة

إلى رطلين وكرر التجربة ولاحظ ثانياً قراءة الميزان . أضف رطلا ثالثاً وكرر التجربة . ما هى قراءة الميزان الزنبركى ؟

إذا استخدمت لوحاً أطول فى رفع العربة المحملة ، فتستخدم قوة أقل لمسافة أطول ولكن الشغل المبذول يكون واحداً . وبذلك تزداد الفائدة الآلية على المسافة . وهذا صحيح فى آلات كثيرة .

البريمة

أنت تعرف أن المسامير اللولبية «البريمة» تستخدم فى تثبيت قطعتين خشبيتين مع بعضهما أو لتعليق باب فى مفصلاته ولكن هناك أنواعاً أخرى من البريمات ، فمثلا قاعدة لمبة مصباح كهربى ، بريمة بنتوء حلزونى ناعم .

والبريمة عبارة عن مستو مائل حلزونى الشكل . ويتحرك جهد صغير نوعاً مسافة كبيرة لكى يحرك مقاومة أكبر مسافة صغيرة . وبذلك تكبر الفائدة الآلية على حساب المسافة .

تجربة ١٢٠

كيف تعمل نموذجا لبريمة أو لمسمار تثبيت ؟

اقطع مثلثاً قائم الزاوية طول قاعدته حوالى ٥ بوصات وارتفاعه حوالى ١٠ بوصات من قطعة من الورق . ضع قلم رصاص على الضلع الأصغر للمثلث ولف الورقة بإحكام حول القلم . فتكون قد حولت الآن مستوياً مائلا إلى بريمة بسيطة . هل يشبه نموذج البريمة بنتوء مسمار التثبيت الحلزونى ؟

(شكل ١٣٦)

يسمى محرك الطائرة أحياناً بالبريمة . وستفهم سبب هذه التسمية إذا حاولت تصور مسار طرفه عندما تتحرك الطائرة إلى الأمام فى الهواء . كما أن البريمة فى آلة فرم اللحم هى التى تقوم بالعمل .

الكلابة

وهو نوع آخر من الآلات البسيطة . ويتكون من مستويين مائلين متقاطعين ومتحدى القاعدة . ويدفع السطحان المائلان الكلابة تحت المقاومة

بدلا من دفعها أو رفعها على المستوى المائل . فالأزاميل وأمواس الحلاقة والمحاريث وأسنة السكاكين كلها روافع من نوع الكلابة .

الفائدة الآلية

لقد تمكنت باستخدام آلة فى إحدى تجاربك من أن تحرك مقاومة ببطء كانت ضعف قدر القوة التى أثرت بها (الجهد) . وبذلك فقد ضاعفت الآلة جهدك مرتين . ويسمى عدد المرات التى تضاعف بها آلة ما الجهد بالفائدة الآلية . وعلى ذلك تكون الفائدة الآلية لآلتك هى ٢ .

ويمكن إيجاد الفائدة الآلية لأى آلة بسيطة بقسمة المقاومة على الجهد ويمكن التعبير عن ذلك بطريقة أخرى وهى :

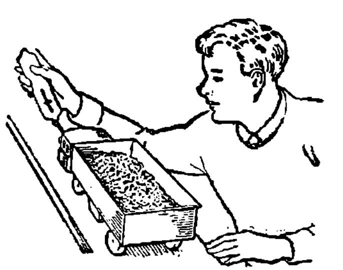
$$\text{الفائدة الآلية} = \frac{\text{المقاومة}}{\text{الجهد}}$$

فإذا زاد خارج القسمة عن واحد فإن قوة تكتسب ، أما إذا قلّ خارج القسمة عن واحد فإن سرعة تكتسب .

تجربة ١٢١

كيف تعين الفائدة الآلية لمستوى مائل ؟

استخدم نفس الأدوات التى استخدمتها فى تجربة ١١٩ . ارفع أحد طرفى اللوح بمقدار قدم واحدة . علق العربة اللعبة فى ميزان زنبركى لتعين وزنها. ثم ضع ثقلا قدره رطلان فى العربة ولاحظ قراءة الميزان عندما تدفع العربة وهى محملة على اللوح . احفظ الخيط والميزان موازيين للوح فتكون قراءة الميزان هى الجهد . اقسم وزن العربة وحملها على قراءة الميزان لتحصل على الفائدة الآلية .



(شكل ١٣٧) قس الجهد والمقاومة المتغلب عليها لتعيين الفائدة الآلية

إذا استخدمت لوحاً طوله ثلاث أقدام ورفعت أحد طرفيه بمقدار قدم واحدة عن طرفه الآخر ، ثم دفعت العربة المحملة على اللوح إلى أعلى لمسافة ثلاث أقدام ، فتكون قد رفعت العربة قدماً واحدة . وقد مكن هذا اللوح المائل لرفع مقاومة بثلث القوة اللازمة لرفعه رأسياً . فتكون فائدته الآلية تساوى ٣ . وبذلك فالفائدة الآلية لمستوى مائل تساوى طول المستوى مقسوماً على ارتفاعه . وعلى كل حال فهذه الفائدة الآلية نظرية فقط وذلك لاهمال الاحتكاك . وبما أن الآلات يجب أن تتغلب على الاحتكاك فإن الفائدة الآلية المقاسة عملياً تكون دائماً أقل من الفائدة الآلية المحسوبة نظرياً .

تبحث المسألة التالية كيف نحاول أحياناً للتخلص من الاحتكاك وكيف نجد أن الاحتكاك نافع فى بعض الأحيان الأخرى .

اختبر معلوماتك

١ — عرف رافعة ، نقطة ارتكاز ، فائدة آلية ، مجموعة بكرات .

٢ — اشرح كيف تميز كلا من الأنواع المختلفة للروافع . واضرب مثالا لكل نوع .

٣ — اذكر بعض الأجهزة الموجودة بمنزلك والتى هى آلات بسيطة .

٤ — كيف يمكن زيادة الفائدة الآلية لمستوى مائل ؟

٥ — اشرح كيف يمكن زيادة الفائدة الآلية للقرص والعمود للتغلب على المقاومة .

٦ — لماذا يمكنك تثبيت « صامولة » على مسمار محوى بمفك أسهل من تثبيتها عليه بأصابعك فقط ؟

المسألة الرابعة — كيف يساعدنا الاحتكاك وكيف يقاومنا ؟

أنت تعرف صعوبة المشى على رصيف مغطى بالجليد لأنه يزحلق ، ولكن عندما ينثر رمل أو رماد على الجليد فلا تنزلق قدماك . لأن الرمل والرماد يسببان احتكاكاً . والاحتكاك قوة تقاوم الحركة . وعندما تريد أن تهبط تلا على مركبتك الزاحفة ، فإنك تبحث عن منحدر مستو حيث يكون له قوة

احتكاك بسيطة تبطئك . يمكنك أن ترى أن الاحتكاك يكون أحياناً عاملا مساعداً وأحياناً يكون عاملا مقاوماً .

سبب الاحتكاك

هناك دائماً بعض الاحتكاك فى الآلات التى لها أجزاء متحركة وملامسة لبعضها. يزيد الاحتكاك المقاومة ويبطىء من سرعة الأجزاء المتحركة . فإذا فحصت أى سطح يبدو أملس بعدسة مكبرة قوية ، لوجدت أنه فى الحقيقة يشبه التلال والأودية . فنى الأجزاء المتحركة من الآلات ، تدخل هذه التلال المتناهية فى الصغر التى تكون على أحد السطحين ، تدخل بإحكام فى الأودية المتناهية الصغر التى على السطح الآخر .

الاحتكاك والتآكل

عندما يكون السطح خشناً جداً، فإنه يحتاج إلى جهد أكبر لدفع أوجذب سطح آخر عليه أكبر مما إذا كان الجسمان أملسين بالنسبة لبعضهما . ويتحول جزء من طاقة الدفع أو الجذب إلى طاقة حرارية . وإذا تلامس سطحان متحركان بإحكام ، فانهما يتمددان عندما يسخنان ويلتصقان ببعضهما بإحكام حتى إنه يصعب تحريكهما . ويسبب الاحتكاك تآكل السطوح بسرعة ولهذا السبب يريد أن يتأكد والدك أن بعربته كمية كافية من الزيت . فهو يحاول تقليل الاحتكاك حتى تجرى العربة بسهولة كما يأمل تجنب التآكل .

أنواع الاحتكاك

هناك نوعان من الاحتكاك : احتكاك تدحرجى واحتكاك انزلاقى. ونحتاج إلى قوة أكبر لانزلاق أو دفع جسم على الأرض من تلك التى تلزم لدحرجته عليها وبذلك فإن الاحتكاك التدحرجى أقل من الاحتكاك الانزلاقى . ولهذا السبب ، إذا وضعت عجلات صغيرة تحت أرجل الأثاث الثقيل ، فيكون انزلاقه أيسر من تحريكه بدون عجلات .

تجربة ١٢٢

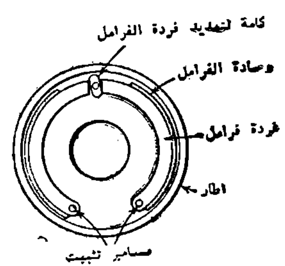
كيف يمكنك المقارنة بين الاحتكاكين التدحرجي والانزلاقي ؟

اربط خيطاً في خطاف صغير أو مسمار ملتو مثبت في طرف صندوق طباشير مملوء تقريباً بالرمل . استخدم ميزاناً زنبركياً لتعرف مقدار القوة اللازمة لجر الصندوق المحمل على لوح خشبي خشن . والآن ضع الصندوق على عربة سكة حديد (لعبة) أو على قضيب متصل ببكرات ، وقس القوة اللازمة لدفع العربة على نفس اللوح الخشبي . ما النسبة بين قراءتي الميزان ؟

هناك حالات كثيرة في حياتنا اليومية يظهر فيها مميزات الاحتكاك الانزلاقي . ففي لعبة كرة السلة مثلا ، فأنت تلبس أحذية ذات نعال مطاطية لتزيد الاحتكاك حتى لا تنزلق قدماك على الأرض . ويلبس لاعبو كرة القدم أحذية زود نعالها بقطع من الخشب أو الحديد لتزداد قوة الاحتكاك بينها وبين الأرض . كما أن الاحتكاك هو الذي يوقف سيارة عندما تستعمل الفرامل . وتحول الفرامل طاقة الحركة إلى طاقة حرارية .

تقليل الاحتكاك

تعتمد قوة الاحتكاك بين الأجزاء المتحركة جزئياً على سرعاتها . ويحتاج إلى قوة أقل لحفظ جسم ما متحركاً إذا كان قد ابتدأ في الحركة فعلا ، عن القوة اللازمة لبدء تحريكه . وتقل قوة الاحتكاك في الفرامل ، عندما تكون السيارة مسرعة بسرعة ٥٠ ميلا في الساعة ، تقل بكثير عنها عندما تجرى السيارة بسرعة ٢٥ ميلا في الساعة ، وبذلك تأخذ سيارة مسرعة وقتاً أكبر نسبياً لايقافها عن سيارة مبطئة . ويجب أن يتعلم كل سائق على تقدير المسافة اللازم أن يقطعها حتى يقف في أمان ، عندما يكون سائقاً بأى سرعة .



(شكل ١٣٨) يعمل الاحتكاك بين إحدى الفرامل والإطار كمساعد للأمان في السيارة

يمكن تقليل الاحتكاك بتلميع السطوح المتماسة . وهذا يعني إزالة المرتفعات

والمنخفضات الصغيرة جداً . فإذا وضع قليل من الزيت بين سطوح متحركة بعد تلميعها ، فإن الزيت يملأ الأودية وحينئذ تنزلق السطوح على الغشاء الزيتي. وتحتاج الأجزاء المتحركة لكل الآلات التشحيم أو التزييت المنتظم المناسب . وتغطى دائماً عجلات السيارة بالشحم حيث تدور حول المحور . ويستخدم شحم أكثر سيولة على أجهزة تغيير السرعة . وتذكر الشركات الصناعية كل ما يختص بتشحيم الآلات المختلفة ويجب أن تتبع إرشاداتهم .



(شكل١٣٩) تقلل الدعائم الأسطوانية الاحتكاك

ويمكن تقليل الاحتكاك تبعاً لأنواع الأجزاء المتحركة فى الآلة . فقد صممت دعائم كروية واسطوانية لتجنب الاحتكاك الانزلاقى .

وقد ظل المهندسون يقومون بتجارب على أنواع مخصوصة لدعائم لا تتأثر بالاحتكاك وتشحم نفسها باستمرار.

الانسياب

ليست كل مشاكل تقليل الاحتكاك قاصرة على الأجزاء المتحركة فى الآلات . فإن الماء والهواء يسببان احتكاكاً مائعاً على الأشياء المتحركة فيهما. فعندما تطير الطائرة ، فإنه يجب عليها أن تتغلب على احتكاك الهواء . ولهذا بنيت الطائرة طويلة وضيقة وبطرف كليل فى الأمام ، أى إنها انسيابية . وكذلك صممت السفن السريعة فى الماء لتكون انسيابية لتقلل من احتكاك الماء . وعندما صنعت أول قاطرات وسيارات ، كانت تجرى بسرعات منخفضة ولم يكن الانسياب مهماً . ولكن الاحتكاك المائع يزيد بسرعة كبيرة عندما تتحرك المركبات بسرعات كبيرة . ويقلل الانسياب الاحتكاك غير المرغوب فيه مع الهواء . لذلك تصمم مركبات النقل الحديثة بشكل أكثر انسيابية .

الكفاية

يمكن للآلة التى لا يكون عليها أن تقاوم كثيراً من قوى الاحتكاك أثناء عملها ، أن تنتج كمية كبيرة من الشغل النافع . ويعتبر المهندسون الشغل المبذول

للتغلب على قوى الاحتكاك كشغل ضائع . وتقدر الآلات على حسب قدرتها على مضاعفة قوة أو تحويل طاقة . ويمكن استخدام مثل هذا التقدير للتعبير عن كفاية الآلة .

$$\text{الكفاية} = \frac{\text{الشغل الناتج النافع}}{\text{الشغل المبذول للآلة}}$$

ويجب التعبير عن جزأى الكسر بنفس الوحدات ، أى إن كليهما بوحدات قدم . رطل أو قدم . طن .

وتزداد كفاية الآلة بتقليل الاحتكاك غير المرغوب فيه ، ولا توجد آلة كفايتها مائة فى المائة نظراً لوجود بعض الاحتكاك دائماً . ولذلك يجب إعطاء الآلة شغلا أكثر مما يمكن الحصول عليه منها كشغل نافع . وعندما تنتقل القدرة من بكرة إلى أخرى بوساطة الخيط ، يعمل الاحتكاك داخل الخيط عند التفافه حول البكرات على زيادة القوة اللازمة لتشغيل الآلة . وإلى أن تستحدث آلة لا احتكاك فيها ، لا ننتظر أن يكون لدينا أية آلة ذات حركة ثابتة المعدل .

اختبر معلوماتك

١ — فسر لماذا يكون الاحتكاك فى آلة كبيراً عند ابتداء تشغيل الآلة عنه بعد بدئها .

٢ — اضرب أمثلة لاحتكاك نافع ، ولاحتكاك غير مرغوب فيه .

٣ — كيف يقلل الاحتكاك فى الآلات ؟

٤ — عرف : الانسياب ، الكفاية ، احتكاك مائع .

٥ — لماذا لم تخترع بعد آلات ذات حركة ثابتة المعدل .

المسألة الخامسة — كيف تستخدم الآلات فى العمل ؟

لقد رأينا أنه تنتج طاقة حرارية عندما تستخدم الآلات . وربما تنشأ الحرارة من الاحتكاك ومن تحول الطاقة الكهربية ومن احتراق الوقود مثل الفحم والجازولين . وستعرف فى هذه المسألة كيف تحول الطاقة الحرارية الناتجة من الوقود إلى طاقة ميكانيكية .

تسمى الآلات التى يحترق بداخلها الوقود ، بآلات احتراق داخلى . وتستخدم مثل هذه الآلات فى السيارات واللوريات والطائرات والقوارب البخارية وينتج تقريباً ثلاثة أرباع كل الطاقة فى الولايات المتحدة من آلات احتراق داخلى .

تجربة ١٢٣

كيف تبين أن اشتعال غاز يسبب ضغطا ؟

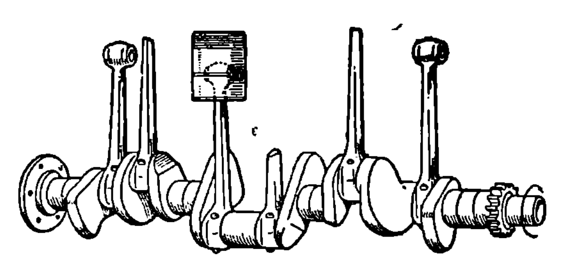
أحضر علبة كبيرة سعة جالون لها غطاء قابل للاحتكاك ، وربما كان من السهل الحصول على علبة طلاء نظيفة . اعمل ثقباً فى الغطاء بوساطة مسمار كبير . واعمل ثقباً آخر بداخل العلبة بالقرب من قاعدتها ، وليكن الثقب كبيراً بحيث يسمح بتوصيل أنبوبة توصيل من المطاط من صنبور غاز إليه . أحكم وضع الغطاء (فوق العلبة) واملأ العلبة بالغاز طارداً الهواء منها . انزع أنبوبة التوصيل وقرب بسرعة عود ثقاب مشتعل من فتحة الغطاء . فبينما يشتعل اللهب وينخفض تدريجياً إلى أسفل ، يدخل الهواء من الثقب السفلى ويمتزج بالغاز فى العلبة . ابتعد (إلى الوراء) عن العلبة بحوالى ٦ أقدام على الأقل عندما تنخفض جداً شعلة اللهب . لاحظ النتيجة . لماذا يقذف الغطاء بعيداً عن العلبة ؟

لقد احترق مخلوط الغاز والهواء بداخل العلبة بسرعة كبيرة . وسببت الحرارة الناشئة تمدد الغاز المحبوس بداخل العلبة . وعندما تمدد أثر بضغط كبير على الغطاء وكان الضغط كافياً لدفعه فى الهواء بعيداً عن العلبة .

استخدام الطاقة الناشئة من اشتعال الوقود

إن الانفجار الذى حدث فى تجربتك يشبه الذى يحدث فى أسطوانة آلة السيارة . فإذا كان غطاء العلبة داخل العلبة وعلى ارتفاع يساوى نصف ارتفاعها عندما دفع بقوة إلى أعلى ، وإذا كان متصلا بالغطاء رافعة صغيرة ، كان جهاز تجربتك مشابهاً لأسطوانة سيارة . ولكن فى أسطوانة السيارة توجد « العلبة » مقلوبة بحيث أن « الغطاء » (المكبس) و « الرافعة » (ذراع المكبس) يدفعان إلى أسفل بضغط الغازات التى فوقها . يضغط الغاز قبل اشتعاله ويوصل ذراع

المكبس بمحور كما هو مبين فى شكل ١٤٠ وعندما يدور محور الدوران ،

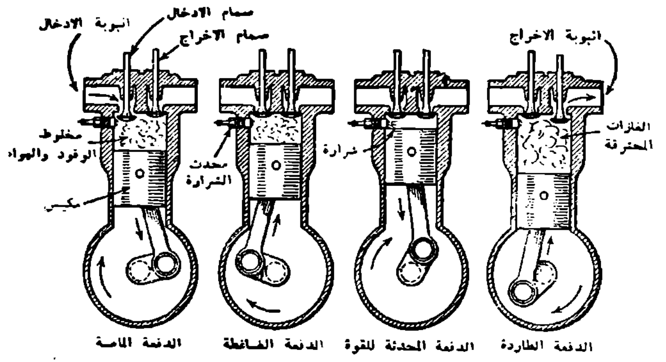


(شكل ١٤٠) ينقل محور الحركة القوة فى السيارة . تنقل القضبان الرأسية القوة من المكابس إلى عمود الحركة . ولمحور الدوران عادة ستة أو ثمانية مكابس تعطيه دفعات متتالية سريعة .

فإنه ينقل طاقته . وبترتيب ست أو ثمان من مثل هذه الأسطوانات فى صف ، فيمكن التحكم فى الدفع إلى أسفل فى إحدى الأسطوانات بحيث تكون فى نفس الوقت الذى يضغط فيه مخلوط الجازولين والهواء فى أسطوانة أخرى . وتتصل عجلة ثقيلة بمحور الدوران ، فيدفع قصورها الذاتى المكابس إلى أعلى لطرد الغازات المحترقة من الأسطوانات .

الآلات ذات الأربع الدفعات (ضربات)

وربما يكون لكل مكبس أربع ضربات . ويحتاج إلى صمام مُدْخِل ليسمح بدخول الغاز ، وإلى صمام مخرج لطرد الغازات المحترقة . ويشعل محدث الشرارة ، المتصل بمصدر كهربى ، مخلوط الجازولين والهواء . ومبين فى



(شكل ١٤١) يبين هذا الرسم ما يحدث فى كل أسطوانة عندما تدور آلة ذات أربع دفعات. هل يمكنك تتبع الأربع دفعات التى تعملها الآلة ؟ لاحظ الصمامات فى كل دفعة

شكل ١٤١ بعض الصمامات ومحدثات الشرر . ولاحظ أن المكبس على ارتفاع مختلف فى كل من الأسطرانات .

ويحدث فى كل أسطرانة ، أربع حركات أو دفعات . فنى الدفعة الأولى يفتح الصمام المدخل ويقفل الصمام المخرج . يتحرك المكبس إلى أسفل مقللا الضغط فوقه ، ويسمح الصمام المدخل بدخول مخلوط الجازولين والهواء فى الأسطرانة . ونكون قد تتبعنا الآن الدفعة الماصة . وعندما يصل المكبس إلى قاع الأسطرانة يقفل كلا الصمامين بإحكام ، ويتحرك المكبس إلى أعلى ويضغط على مخلوط الجازولين والهواء الذى فوقه. وتكون هذه هى الدفعة الضاغطة. وعندما يكون الصمامان مقفولين يكون المخلوط تحت ضغط أكبر من مائة رطل على البوصة المربعة وبذلك يكون ساخناً . ويشعل الآن بشرارة كهربية من محدث الشرارة وينفجر ويتمدد . وعندما يحدث هذا ، يتحرك المكبس إلى أسفل ويدير محور الدوران . وهذه هى الدفعة المحدثة للقوة . ثم يدفع القصور الذاتى للعجلة الدائرة ، ويدفع المكبس إلى أعلى طارداً الغازات المحترقة من الأسطرانة خلال الصمام المخرج الذى يفتح الآن . وهذه الدفعة الأخيرة هى الدفعة الطاردة . وتتكرر هذه الأربع الدفعات فى كل أسطرانة أثناء عمل الآلة .

الأجزاء المساعدة فى عملية ادارة الآلة

تحتاج الأسطرانات معاونة أربعة أجهزة . فيجب أن تمد الآلة بمخلوط الوقود المكون بنسبة ١٥ رطلا من الهواء إلى رطل من الجازولين . كما أن كربيراتور (جهاز تبخير الجازولين السائل وخلطه بالهواء) ومضخة ، وأجزاء قصيرة من أنابيب صغيرة معدنية هى الأجزاء المهمة لجهاز الوقود .

ويحتاج إلى زيت لتقليل تآكل جدران الأسطرانة والأجزاء التى تدخل فى بعضها بإحكام . ويشمل جهاز التشحيم مضخة زيت وأنابيب لنقل الزيت من مستودع يقع تحت الأسطرانات إلى مراضع كثيرة . ويحدث حوالى عشرين ألف اشتعال فى الدقيقة فى أسطرانات آلة السيارة .

ويشمل الجهاز الكهربى مولداً كهربياً لشحن البطارية ولأخذ تيار كهربى منه لتشغيل محدثات الشرر والنفير والمصابيح الكهربية عندما تدور الآلة . وتمد البطارية المرتور البادىء فى الحركة وأجهزة أخرى بتيار كهربى عندما تكون الآلة غير مدارة . ولا تستخدم كل الحرارة الناتجة من احتراق الوقود لتحريك المكابس إلى أسفل . إذ تنتقل أغلبها بالتوصيل بوساطة الغشاء الزيتى الموجود بين جدران الأسطوانات والمكابس إلى ماء موجود فى أغلفة محيطة بالأسطوانة والصمامات .

ويشمل جهاز التبريد مضخة أيضاً وأجزاء قصيرة من خرطوم من المطاط لنقل الماء الساخن إلى جهاز الاشعاع حيث تفقد الحرارة هناك إلى الهواء الذى يدفع خلال جهاز الاشعاع بوساطة مروحة . ويرجع الماء البارد إلى الأجزاء الساخنة فى الآلة .

آلات الديزل

ليس لآلة الديزل محدث شرارة أو كربوراتير . فى الدفعة الماصة ، يسمح للهواء بالدخول فى كل اسطوانة ويضغط إلى حوالى $\frac{1}{16}$ من حجمه ويجب أن تتذكر أن الغازات المضغوطة بسرعة تصبح ساخنة . وفى حالة أكبر ضغط ، يدخل زيت الديزل على شكل رذاذ إلى الهواء الساخن جداً . فتشعل درجة الحرارة المرتفعة (حوالى ١٠٠٠° ف) مخلوط الهواء والزيت . وعندما يشتعل المخلوط ، تتمدد الغازات الساخنة وتحدث ضغطاً كبيراً كافياً لتحريك المكابس إلى أسفل فى دفعاتها المحدثة للقوة .

وآلات الديزل ، فى النقل بالسكك الحديدية ، قادرة على إنتاج نفس الكمية من الطاقة بربع كمية الوقود التى تستخدمها القاطرات البخارية . ويمكن عكس آلات الديزل بعدد من الآلات المعقدة التركيب أقل من التى تستخدم فى الآلات التى تشتغل بالغاز . ويمكنك مشاهدتها مستخدمة فى محاريث كبيرة فى المزارع ، وفى آلات رصف الشوارع وفى اللوريات الكبيرة المحملة المسرعة على الطريق .

الآلات البخارية

تعمل قوة تمدد البخار شغلا نافعاً جداً . ولاستخدام طاقة البخار ، يجب اشتعال الوقود ليتحول الماء إلى بخار . وأظنك قد رأيت سحباً من دخان الفحم متصاعدة من قاطرات السكك الحديدية .

تجربة ١٢٤

كيف يمكنكَ ملاحظة ضغط البخار ؟

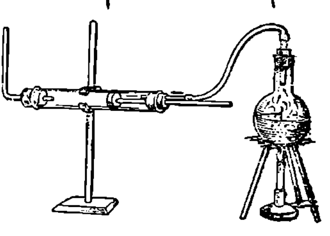
ثبت سداداً مطاطياً عليه طبقة من الشحم فى أنبوبة اختبار ، من زجاج البيركس ، تحتوى على ماء إلى ارتفاع بوصة واحدة . ولا تحكم قفل الأنبوبة بالسداد . استخدم ماسك أنابيب اختبار لتحمى أصابعك من الحرارة عندما تسخن الطرف السفلى للأنبوبة فى لهب شمعة أو فى لهب مصباح بنزن بسيط . أبعد السداد عنك عندما يتكون البخار من الماء المغلى . لاحظ تأثير ضغط بخار الماء على السداد . لماذا انتزعت السداد بعيداً ؟

عندما تتحول كمية معينة من الماء إلى بخار ، فان البخار يتمدد حتى يشغل حجماً حوالى ١٦٧٠ مرة قدر حجم الماء . فاذا حبس البخار فى الأسطوانة ، فانه يضغط على مكبس ويحركه بطريقة تشبه الغاز المتفجر فى آلة السيارة .

تجربة ١٢٥

كيف تبين عمليا فكرة الآلة البخارية ؟

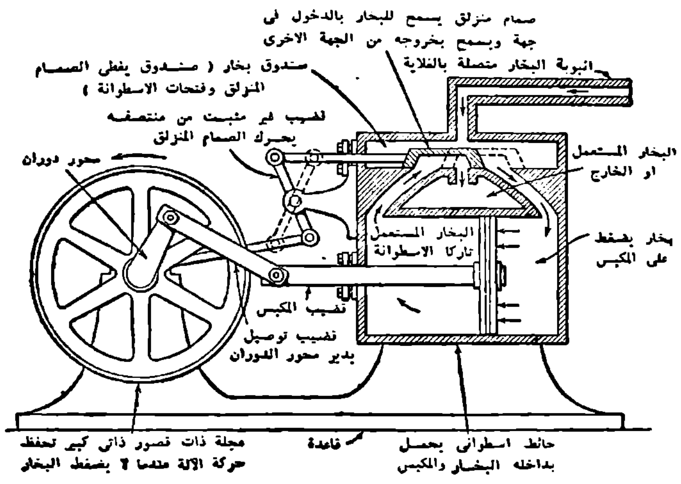
ثبت سداداً مطاطياً به ثقبان فى أحد طرفى أسطوانة زجاجية قطرها حوالى ٥ سم وطولها ٣٠ سم . وثبت فى الطرف الآخر سداداً به ثقبان . وتحتاج الآن إلى مكبس ليدخل بإحكام فى الأسطوانة . استخدم ورق سنفرة فى إعداد سداد ذى ثقب واحد حتى تدخل بعد تشحيمها فى الأسطوانة ، وتتحرك فيها بسهولة . ركب المكبس المشحم فى قضيب خشبى أملس وركب الأجزاء الأخرى



(شكل ١٤٢)

كما هو مبين فى شكل ١٤٢ . ويجب أن تكون الأنابيب الزجاجية المتصلة

بكل من طرفى الأسطوانة محكمة التهوية . صل أنبوبة التوصيل المطاطية لأحد طرفى الأسطوانة واجعل المكبس قريباً من هذا الطرف . وعندما يدفع ضغط البخار المكبس نحو طرف الأسطوانة الآخر ، فإما أن تجذبه إلى مكانه الأول من القضيب الخشبى ، أو صل أنبوبة التوصيل المطاطية إلى الأنبوبة الزجاجية المثبتة فى الطرف الآخر للأسطوانة . هل يمكنك عمل الطريقتين ، وهل تشعر بالضغط الذى يبديه البخار المحبوس ؟



(شكل ١٤٣) هل يمكنك تتبع مسار البخار فى الآلة ، وهل يمكنك شرح كيف يدير البخار الآلة ؟

تحتاج الآلة البخارية إلى صمامات . وللتحكم فى دخول البخار فى الأسطوانة لدفع المكبس فى اتجاه واحد ، يوصل صمام برافعة مثبتة فى العجلة كما هو مبين بشكل ١٤٣ . وفى نفس الوقت يجب أن يفتح صمام ليسمح بخروج البخار من الناحية الأخرى للأسطوانة حتى يقل الضغط والا يضغط عليه المكبس . ويوقف المكبس بمحور الدوران المتصل به عند نهاية دفعته . وفى هذه اللحظة ينعكس الصمامان ويدخل البخار من الغلاية إلى الأسطوانة لدفع المكبس إلى وضعه الأول . وبهذا تتم الدورة ويمكن حدوث هذا بسرعة حتى تدور الآلة بانتظام وتذكر أن القصور الذاتى للعجلة الثقيلة يساعد فى فتح وقفل الصمامين فى الوقت المناسب .

يمكن للآلات البخارية أن تتحرك عندما تدار . فتنتقل الغلاية ومخزن للماء ومخزن للفحم وأشياء كثيرة أخرى هامة إذا أدار مكبس الآلة البخارية العجلات الأمامية الكبيرة للقاطرة . وتحمل كثير من السفن البخارية الكبيرة المسافرين والبضائع لموانى بعيدة . ويمكن عكس حركة الآلات البخارية بالتحكم فى الصمامات التى تسمح بدخول البخار إلى الأسطوانة وبخروجه منها . ولدفع المكبس فى أى اتجاه ، يسمح البخار بالدخول من الناحية الأخرى للمكبس .

ويمكن للآلات البخارية أن تظل ساكنة فى مكانها . فتثبت الآلة البخارية فى قاعدة من الأسمنت المسلح عندما تستخدم فى طواحين قطع الأخشاب أو فى المصانع لإدارة الآلات الثقيلة ، كما أنه يستخدم شريط يمر فوق العجلةالمتحركة لينقل الطاقة إلى آلات الطباعة أو المضخات أو آلات النسيج أو آلات أخرى .

التربينات البخارية

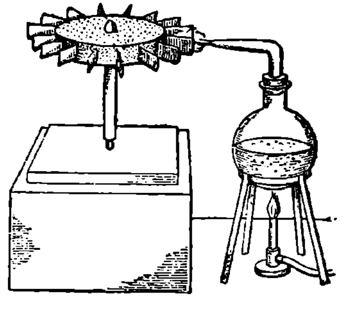
لقد حلَّ التربين البخارى محـــل بعض الآلات البخارية التى تستخدم الأسطوانة والمكبس . ولأن الآلات البخارية عادة ما تكون كبيرة وثقيلة جداً. وتحتاج الآلة عادة إلى سرعة كبيرة ووزن خفيف . ويحتاج التربين البخارى حيزاً أقل من الآلة البخارية لينتج نفس القدرة . فهو نوع من « الطواحين الهوائية » التى تدار بالبخار الموجه إلى صفائح مثبتة على عجلة .

تجربة ١٢٦

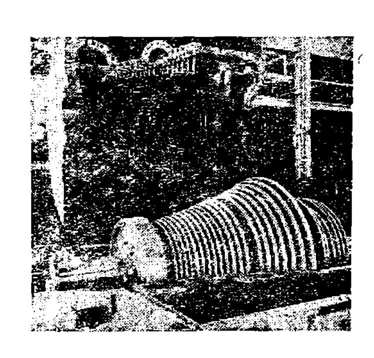
كيف تعمل نموذجا لتربين مائى ؟

اقطع دائرة خشبية قطرها حوالى ٥ بوصات من قطعة من الخشب لا يقل سمكها عن بوصة . استخدم منشاراً رفيعاً لقطع فتحات على الحافة الدائرية عمق كل فتحة حوالى نصف بوصة وتبعد كل فتحة عن الأخرى بمقدار بوصة. ويمكنك عمل صفائح للعجلة وذلك بقص قطع من الصفيح من علبة صفيح . اقطع الصفائح بحيث يكون طول كل منها حوالى بوصة وعرضه حوالى نصف بوصة ، وأدخلها فى الفتحات التى فى قطعة الخشب الدائرية . اعمل ثقباً فى مركز الدائرة وأدخل فيها قطعة من أنبوبة زجاجية لتقوم مقام محور دوران. وباستخدام

أنبوبة مقفول أحد طرفيها ، أو اصهر الطرف المفتوح بوضعه فى لهب ، وبتثبيت مسمار فى قطعة خشب ، يمكن تثبيت العجلة على المسمار كما هو مبين فى شكل ١٤٤ . اثن قليلا الأركان الخارجية للصفائح . واملأ الدورق بالماء واترك السداد بغير احكام إلى أن يبدأ تكون البخار . قلل اللهب واضغط على السداد بلطف داخل فوهة الدورق . تأكد من أن أنبوبة التوصيل الزجاجية الخارجة من الدورق مسحوبة الطرف ، أى إن فتحتها ضيقة . ويجب وضع الدورق بحيث يكاد طرف الأنبوبة المسحوب يلمس الصفائح . كيف يمكن التحكم فى سرعة العجلة ؟


(شكل ١٤٤)

تحتوى التربينات البخارية الحديثة أحياناً على أكثر من دستة صفوف من الصفائح على أجزائها المتحركة ، كما هو مبين فى شكل ١٤٥ . ويندفع البخار نحو العجلة الداخلية أولا ثم يوجه بعد ذلك بوساطة صفائح ثابتة إلى داخل الغطاء فوق العجلات المواجهة للمجموعة الثانية من الصفائح ، ثم أخيراً إلى العجلة الكبرى وفى أثناء ذلك يكون البخار قد فقد معظم طاقته فى الاصطدام بصفائح العجلات ثم يرد بعد ذلك إلى الغلاية ليسخن ثانياً .

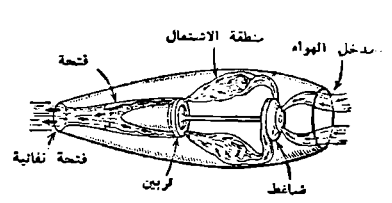

(شكل ١٤٥) منظر لتربين بخارى حديث من الداخل

ويفضل التربين على الآلة البخارية لأغراض كثيرة . فله أجزاء متحركة أقل وبذلك فالاحتكاك أقل وبذلك يكون أكثر كفاية . ولأنه يدور بسرعة كبيرة ، فيحتاج إلى أجهزة تغيير السرعة لنقل الطاقة إلى مثل الآلات البطيئة الحركة كمحركات الزوارق . ويمكن لتربين بخارى أن يدير مولداً كهربياً

يغذى بالكهربا موتوراً يستخدم فى إدارة محرك سفينة . وتستخدم قاطرات السكك الحديدية مثل هذه التربينات البخارية التى تدير مولدات كهربية .

التربينات الغازية

التربين الغازى أبسط بكثير من التربين البخارى . فيدفع هواء مضغوط فى حجرة احتراق حيث يشتعل وقود من الزيت أو مسحوق الفحم بسبب درجة حرارة الهواء المضغوط الكبيرة . فتدير الغازات المتمددة من الاشتعال تربيناً يقع خلف حجرة الاحتراق . ويمكن أن تكون التربينات الغازية أصغر حجماً من التربينات البخارية التى لها نفس القوة. كما أنها لاتحتاج إلى غلايات وتصل إلى أقصى سرعة لها بسرعة كبيرة . وكذلك فإن التربينات الغازية أخف وزناً من التربينات البخارية وقد استخدمت الآن فى السفن ، والقاطرات وبل فى الطائرات أيضا .



(شكل ١٤٦) شكل يبين مرور الهواء والوقود خلال تربين غازى صغير .

آلات رد الفعل

هناك نوع آخر من الآلات يستخدم فيما يسمى غالباً الطائرات النفاثة . والطائرات النفاثة لا تحتاج فى تحريكها إلى محركات . وهى تتحرك بسرعة كبيرة حتى إنها تختفى عن النظر بينما تظل تسمع أصواتها الحادة . وتسمى آلة الطائرة النفاثة بآلة رد فعلية .

تجربة ١٢٧

كيف تبين الفكرة الأساسية لآلات رد الفعل ؟

انفخ فى بالون من المطاط حتى يمتلىء ويشد بقوة . أمسك رقبة البالون بين إبهام وإصبع وأبعد فوهة البالون عنك ووجهه إلى أعلى قليلا . افتح يدك ولاحظ حركة البالون . لماذا تحرك البالون ؟

فعندما تركت البالون ، خرج بعض الهواء منه ، واختلفت الضغوط بداخل البالون . ولم يكن فقط الهواء المندفع خارج البالون هو الذى يدفع هواء الحجرة ، ولكن كان أيضاً ضغط الهواء داخل البالون أكبر من ضغط الهواء أمامها (أو فوق فوهتها) وبذلك تحركت إلى الأمام . وهى نفس الفكرة المستخدمة فى إطلاق صواريخ إلى ارتفاعات شاهقة . يحرق الكيروسين أو الجازولين فى هواء مضغوط بالقرب من وسط الطائرة وتندفع الغازات الساخنة على تربين ومنه إلى فتحة الخروج الكبيرة . وفائدة التربين هنا هو ضغط الهواء قبل إدخال الوقود على شكل رذاذ فيه .

وعند إضافة تربين فى طائرة نفاثة ، فتسمى الآلة حينئذ تربين نفاث . وربما يكون لمثل هذه الآلة محرك متصل بالتربين وتصله دفعات نحو الأمام من الغازات الساخنة التى تزأر وهى خارجة من فتحة الخروج .

وتستخدم الآن كل الآلات الحرارية التى وصفناها . ويعتمد تفضيل أى من هذه الأنواع العديدة على الظروف المستخدمة فيها . وهى تحتاج إلى وقود مختلف وكميات هائلة من الفحم والجازولين ومنتجات البترول لإشعالها . ويجب استخدام مصادرنا الوقودية والمواد الأخرى التى نستخرجها من الأرض بحكمة ليمكننا من استخدام الآلات التى تقوم بأعمال كثيرة فى عالمنا .

اختبر معلوماتك

١ — عرّف : آلة احتراق داخلى ، تربين نفاث ، آلة ساكنة ، آلة رد فعل .

٢ — كيف نستخدم آلات السيارات لتحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية ؟

٣ — ما هى مميزات آلات الديزل على آلات الجازولين عندما تستخدم فى لوريات لنقل البضائع ؟

٤ — صف تركيب آلة بخارية وقارن بينها وبين تربين بخارى .

٥ — كيف تشتغل آلة تدار بالجازولين ؟

٦ – لماذا تحتوى معظم الآلات على عجلة ثقيلة ذات قصور ذاتى كبير ؟
٧ – ما هى الأربع الأجهزة الهامة فى كل آلات السيارات ؟ أذكر الأجزاء الأساسية لكل جهاز .
٨ – اشرح كيف يحدث مكبس آلة يتحرك فى خط مستقيم ، حركة دائرية.

الآلات والطاقة

كثيراً ما نقرأ أن هناك خطراً من أن تنفد مصادرنا للطاقة. وكذلك حذرنا من النقص الذى لدينا فى أنواع الوقود المختلفة . ومع ذلك فيقول لنا العلماء إن طاقة الوقود لا تخلق ولا تفنى ولكن تتحول إلى صورة أخرى من صور الطاقة .

تنقل الآلات أحياناً القوة وغالباً ما تغير اتجاهها . عندما تضغط مفاتيح الآلة الكاتبة ، فيصطدم ذراع الآلة بالورقة . وبذلك فقد انتقلت الطاقة الميكانيكية المستخدمة فى ضغط المفتاح إلى ذراع الآلة . فى حين أن المفتاح يضغط إلى أسفل ، وذراع الآلة يتحرك إلى أعلى .

وتساعد آلات أخرى ، كالمولد الكهربى ، فى تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربية وكذلك تتحول الطاقة الكيموية داخل مركم السيارة إلى طاقة ميكانيكية عندما تتحرك السيارة . وكذلك تحول الآلة الطاقة الكيموية للجازولين إلى طاقة ميكانيكية أو حركة .

وعموماً ، تستخدم الآلات قوى لتحريك الأشياء . وتكون غالباً قيمة آلة مخترعة حديثاً فى أنها تولد قوة تقوم بالعمل أفضل من غيرها . وسيكون هناك حاجة دائماً إلى الاختراعات . وكن مستعداً لتحسن استخدامك للآلات سواء فى التحكم فيها وفى نقلها وفى تحويلها للطاقة .

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الأولى

تؤثر قوة الجاذبية على كل الأشياء التى على سطح الأرض .
يعبر عن قوة جذب الأرض لجسم ما ، بوزنه .
قد قيست قوة الجاذبية بغاية الدقة .

يتجه أي جسم متحرك ، إلى أن يظل متحركاً. ويتجه أي جسم في حالة سكون أن يظل بلا حركة . وتسمى هذه الخاصية بالقصور الذاتي .

تحاول القوة الطاردة المركزية أن تجعل الجسم المتحرك في دائرة بعيداً دائماً عن مركز الدوران ، وهي تتعادل مع القوة الداخلة المركزية التي تحاول عدم تغيير مسار الجسم .

المسألة الثانية

يمكن للآلات أن تزيد السرعة ، وأن تزيد القوى . ولا توفر العمل .

تستطيع الآلات نقل الطاقة وتحويلها .

يبذل شغل فقط عندما تحدث قوة مؤثرة حركة .

يقاس الشغل بالقدم . باوند أو قدم. طن أو كيلوجرام . متر أو بوحدات أخرى مناسبة .

القدرة هي معدل بذل الشغل ، ويدخل فيها عامل الزمن . وقدرة حصان واحد تساوي ٥٥٠ قدم . باوند في الثانية .

المسألة الثالثة

الروافع هي آلات بسيطة وهي من ثلاثة أنواع . وهي مقسمة تبعاً لموضع محور الارتكاز بالنسبة للجهد وللمقاومة .

الآلات البسيطة الأخرى هي القرص والعمود ، والبكرة ، والمستوى المائل ، والبريمة والكلابة .

الفائدة الآلية لآلة بسيطة هي النسبة بين المقاومة والجهد .

المسألة الرابعة

أحياناً يكون الاحتكاك مرغوباً فيه ، ويقلل الاحتكاك غير المرغوب فيه بالتشحيم وباستخدام سطوح مصقولة وبالأنسياب .

الاحتكاك التدحرجي أقل من الاحتكاك الانزلاقي .

المسألة الخامسة

تحول الآلات الحرارية الطاقة الكيموية إلى طاقة ميكانيكية .

لكثير من آلات الاحتراق الداخلي أربع دفعات : ماصة ، ضاغطة ، محدثة للقوة ، وطاردة .

تساعد أربعة أجهزة أساسية في إدارة آلات السيارات وهي جهاز وقود وجهاز تشحيم وجهاز كهربي وجهاز تبريد .

تسمح آلات الديزل بدخول الوقود إلى اسطواناتها بعد أن يسخن الهواء بالضغط ، ويمكنها إنتاج طاقة أكبر من وقود رخيص عما في حالة آلات الجازولين (البنزين) .

تستخدم الآلات البخارية قوة تمدد غاز محبوس لتحويل الطاقة الكيموية إلى طاقة ميكانيكية .

تستخدم التربينات البخارية عجلة ذات صفائح بدلا من المكابس .

أسئلة للمناقشة

١ – هل يمكن بذل شغل بدون تحريك أي شيء ؟ وضح إجابتك .

٢ – كيف نستخدم الآلات لتحريك الأجسام الثقيلة ؟

٣ – تتبع الفائدة الآلية لآلة ديزل من الشمس التي هي مصدر الطاقة .

٤ – اذكر شكلين للمستوى المائل .

٥ – اذكر الفائدة العامة للآلات .

٦ – إذا أعطيت أي آلات تختارها للاستخدام ، فكيف تحمل لورياً ارتفاعه ٤ أقدام فوق سطح الأرض ، بصندوق وزنه ٣٠٠ رطل ؟

٧ – لماذا تثبت المسامير البريمة قطعتين من الخشب ببعض جيداً أحسن من المسامير العادية ؟

٨ – لماذا تكون أذرع مقص الشجر طويلة ؟

٩ – لماذا يكون من المستحيل الحصول على آلة كفايتها ١٠٠ في المائة ؟

١٠ – لماذا تسمى آلة السيارة بآلة الأربع الدفعات ؟

١١ – اشرح كيف يكون الاحتكاك مرغوباً فيه وغير مرغوب فيه لسائق لوري أو سيارة.

١٢ - اشرح كيف تفقد الطاقة فى بعض الآلات البسيطة .
١٣- أى ذراع تعمل شغلا أكثر عندما تستخدم مكنسة لكنس رصيف أو أرض ؟ وضح إجابتك .

تمرين على حل المسائل

ربما يحتاج صنع سيارة سريعة إلى معلومات علمية أكثر مما يتخيله أى شخص . فى منتصف صيف كل عام ، يراقب أكثر من ستين ألف من المتفرجين فى اكرون بأوهيو ، حوالى مائة وخمسين ولداً يهبطون تلا بسرعة فى سباق « صندوق صابون أمريكى » .

ولقد بنى الأولاد سياراتهم الانسيابية بدون مساعدة اللهم إلا إرشادات الكبار لهم . واشتغل كثير من الأولاد ، الذين تتراوح أعمارهم بين إحدى عشرة سنة وخمس عشرة سنة ، لعدة أشهر قبل حصولهم على شرف تمثيل بلدتهم فى مسابقات أكرون . ويختبر بعض الأولاد نماذجهم فى أنفاق حتى يطمئنوا إلى سلامة تصميمهم .

وفى بدء مسابقات البطولة ، تصف السيارات الصغيرة كل ثلاث منها أمام ألواح حاجزة . ويسقط جهاز الابتداء الألواح الحاجزة وذلك بجذب رافعة . وحينئذ تنطلق السيارات من على قمة مستوى مائل طوله ألف قدم . وهناك جهاز كهربى يقيس الزمن الذى تأخذه كل سيارة فى هبوط المنحدر الطويل .

ومنذ بضعة أعوام ، ساق الفائز فى سباق أكرون سيارة طليت سطوحها الخارجية بالجرافيت . ولم يكتف بطلاء سيارته بمسحوق الجرافيت ، بل إنه طلى وجهه أيضاً . والجرافيت مادة سوداء لينة تستخدم لتشحيم الآلات . وفى العام التالى كان كثير من سيارات السباق قد طليت بالجرافيت بحيث أن الذين لمسوها وجدوا أنها زلقة جداً .

ولن تسمح لجنة التحكيم بعد الآن باستخدام الجرافيت بهذه الطريقة فى سباق أكرون .

أى من هذه التعبيرات تعتقد أنها صحيحة ؟

(ا) تصرفت لجنة التحكيم بحكمة فى منع استخدام الجرافيت لطلاء سطوح سيارات السباق .

(ب) ما كان للجنة التحكيم أن تمنع استخدام الجرافيت على سطوح سيارات السباق .

اختر من التعبيرات الآتية ما توافق عليه .

١ — الطلاء الأسود يسبب نفس التأثير كمسحوق الجرافيت .

٢ — السطوح الملساء تلقى مقاومة من الرياح أقل من السطوح الخشنة .

٣ — وزن سيارة السباق وسائقها هما العاملان المهمان المؤثران فى سرعة السيارة .

٤ — اللون الأسود يمتص حرارة أكثر من الشمس . وبذلك تزداد سرعة سيارة سباق سوداء .

٥ — يملأ الجرافيت مسام السطح ويحسن الانسياب .

٦ — إذا كانت سيارة الفائز قد طليت بلون أبيض ، فمن المحتمل أن الأولاد كانت تطلى سياراتهم باللون الأبيض فى العام التالى .

٧ — يجب أن تسمح لجنة التحكيم للأولاد بتجربة أى طلاء يختارونه لطلاء سطوح سياراتهم .

٨ — حجوم عجلات سيارات السباق أهم من لون طلاء السيارات .

٩ — السطوح المغطاة بالجرافيت تكون زلقة وربما تسبب حوادث .

١٠— الجرافيت يكون ساماً إذا وضع على الجلد .

الوحدة الثالثة

أشياء اخرى لك لتفعلها

تقارير يمكنك ان تعدها

١ – يوم فى منجم فحم .

٢ – الحرارة من الطاقة الذرية .

٣ – كيف يحصل على بترول الوقود .

٤ – كيف يحضر الغاز الصناعى .

٥ – كيف تصنع عيدان الثقاب .

٦ – المواد العازلة فى المساكن .

٧ – كيف تحفظ الملابس أجسامنا دافئة أو باردة .

٨ – ضرر الحريق .

٩ – كيف تحفظ المبانى من الحريق .

١٠– تاريخ الإضاءة .

١١– توماس اديسون والضوء الكهربى .

١٢– تاريخ التصوير .

١٣– أهمية الألوان فى حياتنا الحديثة .

١٤– أهمية الضوء للصحة .

١٥– مقالا عن تاريخ حياة أى من العلماء الآتين :–
أندرية . م . أمبير ، بنيامين فرانكلين ، ميشيل فراداى ، لويجى جلفانى ، يوسف هنرى ، جورج س . أوم ، الساندرو ڤولتا ، چيمس وات .

١٦– كيف تصنع علامات النيون .

١٧– تحسينات جديدة فى إضاءة الطرق .

١٨– استخدام موانع الصواعق على المبانى .

١٩– الحصول على كهربا من الطاقة الذرية .

٢٠– فوائد الكهربا فى المزرعة .

٢١– تاريخ الرافعة .

٢٢– الآلات المستخدمة فى المزرعة .

٢٣– اختراع ماكينة الحياطة .

٢٤– اختراع آلة الحصاد .

٢٥– الآلات ذات الحركة الثابتة المعدل .

٢٦– مقالة عن أحد العلماء الآتيين : ارشميدس ، لورد كلفن .

٢٧– كيف تطلى الأشياء بالكهربا .

٢٨– الآلات التى تعمل بالسولار .

٢٩– استخدامات المغناطيسات الدائمة .

٣٠– كيف تصنع المراكم .

٣١– مولدات هيدروكهربية .

٣٢– كيف ساعدت ا ت . ف . ا . كثيراً من المجتمعات .

الكتب التى ننصح بقراءتها

"Seeing the Invisible. Gessner G. Hawley. Knopf, 1945".

أخذت بعض الصور الفوتوغرافية غير العادية باستعمال ميكروسكوب الكترونى ، جعلت الكتاب مرجعاً قيماً لتاريخ واستخدام جهاز لدراسة أجزاء علمية .

"Tomorrow's House. George Nelson and Henry Wright. Simon and Schuster, 1945".

وصف كثير من الأجهزة العلمية الحديثة لتدفئة ولإضاءة المنزل الحديث وعرض صور لها .

"Light. Bertha M. Parker. Row, Peterson, 1941".

ستجد فيه وصفاً غير علمى للعين البشرية وتكيفها للضوء المنعكس والمنكسر .

"Everyday Machines and How They Work. Herman Schneider. McGraw Hill, 1951'1".

يصف بعض الأجهزة المستخدمة فى المنزل ويصاحب الشرح صور بديعة.

"Boy and a Battery. Raymond F. Yates. Harper 1942".

يحتوى الكتاب على تجارب مشوقة لعمل بطارية وتوصيلها والتحكم فى طاقتها ومشروح أيضاً العلاقة بين الكهربا والمغناطيسية . ومعطى فيه أيضاً إرشادات ورسومات لعمل موتور كهربى مستخدماً أدوات رخيصة .

"Binoculars, Field Glasses and Telescopes. Superintendent of Documents : Catalog No. W 1.35 : 9-1580/3. 1949. 50 cents.

تبين صور هذا الكتيب كل جهاز بأجزائه المكونة له وهى مفككة . معطى فيه إرشادات لتجميع الأجزاء وكيف تعمل أجزاء الجهاز عند الحاجة وخطوات ضبط الجهاز الأساسية للاستعمال الصحيح .

"Electricity. Catalog No. N. 17.25 El 2/8/950. 1950".

كتاب أساسى كمرجع للمبتدئين شارحاً قوانين الكهربا وأنواع الدوائر الكهربية . كما يشرح الصمامات ، محولات الجهد ، المولدات الكهربية ، أجهزة القياس ، والموتورات .

"Fundamentals of Diesel Engines. Catolog No. N 17.2:D56. 1947".

مشروح فى هذا الكتيب وموضح بالصور تركيب آلات الديزل وعملها وأجهزة إدارتها وأجهزة تغيير السرعة والدعائم التى ترتكز عليها الأجزاء المتحركة فيها وأجهزة التحكم فيها .

"Principles of Automotive Vehicles. Catalog No. M 101. 19:9-278. 1947".

فيه مقالات بسيطة عن الآلات التى تتحرك ذاتياً . مشروحة أنواع كثيرة من الآلات وأجهزتها الكهربية والأجهزة الناقلة للقوة .

بحوث يمكنك ان تقوم بها

١ — كيف تظهر عادة إعلانات أجهزة الإضاءة فى المجلات والجرائد ؟

٢ — كيف تظهر عادة إعلانات أجهزة التدفئة فى المجلات والجرائد ؟

٣ — كيف يمكن عمل آلة تصوير ذات ثقب وكيف تستخدم للتصوير ؟

٤ — تبين طرق الإضاءة فى منزلك وكون فكرة لتحسينها إن أمكن .

٥ — تبين طرق الإضاءة فى مدرستك وتبين ان كانت مناسبة .

٦ — كيف يمكن عمل تلسكوب بسيط .

٧ — كيف يمكن التقاط صور من ميكروسكوب .

٨ — تبين جهاز التدفئة الذى فى منزلك .

٩ — تبين جهاز التدفئة الذى فى مدرستك .

١٠ — ابحث عن مصادر للحريق فى منزلك أو فى المدرسة وفكر فى إزالتها .

١١ — تعلم قراءة عداد الغاز وعداد الكهربا .

١٢ — اختبر كفاية زجاجة ترموس فى حفظ حرارة الأشياء الساخنة وحفظ برودة الأشياء الباردة .

١٣ — قس قدرة جسمك بوحدات قدرة الحصان ، بحساب الزمن الذى تأخذه فى أثناء صعودك السلم جرياً .

١٤ — ادرس استخدام الآلات البسيطة التى فى بعض الأجهزة المعقدة كالآلة الكاتبة ، ماكينة الخياطة أو الساعة .

١٥ — كيف يمكن عمل بوصلة بابرة وقطعة فلين ؟

١٦ — كيف يمكن عمل الكتروسكوب ؟

١٧ — اعمل مقطعاً للتيار الكهربى .

١٨ — خذ عموداً جافاً من بطارية وادرس تركيبه .

١٩ — اعمل بوصلة من سن منشار خشب .

٢٠ — كون خلية لطلاء النحاس بالكهربا مستعيناً ببطارية ، بعض كبريتات النحاس وجسما لطلائه .

٢١ — اعمل موتوراً كهربياً بسيطاً .

٢٢ — ابحث وارسم الدوائر الكهربية التى فى منزلك .

٢٣ — ادرس جهاز الجرس الكهربى الذى بمنزلك أو فى المدرسة .

٢٤ — اكشف جزءاً من مركم مستخدم وادرس تركيبه وطريقة عمله .

المجموعة الرابعة

كيف يجعل العلم عالمنا صغيرًا

نظـــرة إلى الأمـــام

إذا كنت قد وقفت مرة على شاطىء غدير هادىء أو بحيرة هادئة وقذفت بحجر فى الماء ، إذن لشاهدت كيف قد تكونت موجات وكيف انتقلت هذه الموجات إلى الشاطىء . ربما لا تستطيع سماع صوت هذه الموجات ولكنك تستطيع سماع صوت بوق سيارة ، وأزيز موتور طائرة ، أو صوت شخص ما. وتنتج الأصوات التى نسمعها من اضطرابات فى الهواء تشبه كثيراً الاضطرابات التى يحدثها اصطدام حجر بماء الغدير .

وقد ربطت الأماكن البعيدة ببعضها وانكمشت المسافات إلى لا شىء باستخدام التلغراف والتليفون . فتحمل الأسلاك رسائلنا فى صورة دفعات من الطاقة الكهربية فأسلاك الاتصال فى العالم هى طرق سريعة جداً لنقل الطاقة السريعة من مكان لآخر .

يمكننا اللاسلكى والراديو والتليفزيون من إرسال الأفكار والحوادث بسرعة الضوء . وفى الحقيقة ، فان شخصاً ما يستمع إلى جهاز الراديو يستطيع أن يسمع مذيع الراديو قبل أن يسمعه الحاضرون فى الاستوديو . وتنتقل الطاقة فى الفراغ بسرعة كبيرة لدرجة أنه يمكن رؤية الحوادث التى تفصلها عنا محيطات وقارات فى الحال على التليفزيون . وقد أصبحت عجائب اليوم حقائق واقعة لأن الإنسان قد تعلم كيف يتحكم فى الطاقة وكيف يرسلها .

وإلى عهد قريب ، كان الناس يعتمدون على قوة العضلات فى الانتقال . فمشوا وركبوا الدراجة أو استخدموا حصاناً وعربة للانتقال من مكان لآخر. وبعد ذلك أحدثت التطورات فى الآلات البخارية وآلات الجازولين والديزل انقلاباً فى وسائل النقل . واليوم ربطت طرق الملاحة السريعة وخطوط السكك

الحديدية وخطوط الطيران الأماكن البعيدة على سطح الأرض ربطتها بعضها ببعض .

ولقد حقق الإنسان اليوم السفر بسرعة ١٢٠٠ ميل فى الساعة باستخدام طائرات ذات محركات نفاثة ، وليس ببعيد ذلك اليوم الذى يتمكن فيه الإنسان من السفر حول العالم فى أقل من عشرين ساعة . كما أن العلماء قد فكروا جدياً فى إرسال صاروخ إلى القمر . وحقيقة فان تحكم الإنسان فى الطاقة للنقل والاتصال لصفحة مثيرة فى قصة الطاقة [1] .

(١) لقد حقق القمر الصناعى امكان الدوران حول الأرض فى ساعة ونصف بسرعة ١٨٠٠٠ ميل فى الساعة ــ المترجم

١١
إحداث الصوت والتحكم فيه

نحن نعيش فى عالم من الأصوات . فبعضها نغمات موسيقية تثير البهجة وبعضها نشاز مزعج . فاذا كنت تسكن فى مدينة وزرت الريف لبضعة أيام فسيظهر لك بسرعة أن حشرات الكريكت والكاتيديد تطن ليل نهار وربما تسمع نقيق الضفادع وتغريد الطيور من وقت لآخر . وقد يفتقد القادمون من المزارع الذين يزورون أصدقاءهم فى المدن ، هذه الأصوات التى ألفوها لما يسمعون من أبواق السيارات وضوضاء العمال الذين يصلحون الشوارع والأصوات المنبعثة من أجهزة الراديو من مساكن الجيران القريبة .

وقد انقضت سنين عديدة فى إجراء تجارب ، فى صبر وأناة ، لعمل أجهزة تستخدم الآن لتسجيل الأصوات حتى يمكن سماعها ثانية فى أى وقت نشاء . وربما تقدم اسطوانات الفونوغراف والأشرطة المغناطيسية لأجهزة التسجيل بعض المساعدات لفصول دراستك فى دراسة العلم واللغات والتاريخ والمواد الأخرى .

المسائل التى سوف نعالجها

١ — كيف يحدث الصوت ؟

٢ — كيف تختلف الأصوات ؟

٣ — كيف يمكننا أن نسمع ؟

٤ — كيف تحدث الآلات الموسيقية الأصوات ؟

٥ — كيف تسجل الأصوات وكيف يمكن إعادة سماعها ؟

المسألة الأولى – كيف يحدث الصوت ؟

تستطيع أن تحذر الخطر أحياناً لقدرتك على سماع الأصوات . كما تزداد معرفتك بأحوال العالم باستماعك إلى محطات الإذاعة بالراديو . كما يمكن قضاء وقت التسلية بالاستماع إلى برامج موسيقية . وربما تأتيك معلومات عن عملك المستقبل من حديث بالراديو . ولولا الصوت لكان عالمنا مختلفاً جداً عما هو عليه الآن .

ستتعلم فى هذه المسألة كيف تحدث الأصوات وكيف تصلك . وستكون دراستك لعلم الصوت متصلة بمعلوماتك عن الهواء . وتأتيك أصوات كثيرة من اضطرابات فى المحيط الهوائى الذى تعيش فيه .

تجربة ١٢٨

كيف يمكنك عمل اضطراب فى الهواء ليحدث صوتا ؟

اقطع شريطاً من المطاط وأمسك أحد طرفيه بين أسنانك وشده بإحدى يديك حتى يصير طوله بضع بوصات . اجذب وسط الشريط بيدك الأخرى مسافة بوصة واحدة فى اتجاه ثم اتركه . هل يتذبذب الشريط ؟ هل يحدث صوتاً ؟

ثبت قضيباً معدنياً فى منجلة وانثر زيت التربنتين النقى على قطعة قماش وادلك القضيب بوضع قطعة القماش عليه واجذبها نحو أحد طرفيه ولاحظ ما يحدث .

انثر قطعاً صغيرة من الفلين على قاعدة طبلة واقرعها بشدة بوساطة عصاة الطبلة . ماذا ترى ؟ وماذا تسمع ؟

مصدر الأصوات

تنشأ الأصوات بتذبذب الأجسام . فعندما طرقت الطبلة فى التجربة السابقة ، رأيت أن قطع الفلين الصغيرة قد تطايرت من فوق الطبلة . وتنتج

كل الأصوات التى تسمعها من جسم متذبذب فى مكان ما . ويتحرك الهواء المجاور للجسم المتذبذب وتنتشر موجات صوتية فى كل اتجاه . وأنت تعرف أنه يمكن سماع قرع الطبلة فى كل مكان حول الطبلة — إلى يسارها وإلى يمينها وكذلك فوقها .

تجربة ١٢٩

كيف يمكنك دراسة تاثير موجة صوتية ؟

املأ كوباً إلى قرب حافتها بالماء . قرب إحدى شعبتى شوكة رنانة من سطح الماء . لاحظ أى تأثير يحدث . اطرق الشوكة الرنانة على سداد من المطاط والمس إحدى شعبتى الشوكة بسطح الماء . ماذا يحدث فى مكان تلامس الشوكة الرنانة مع الماء ؟

لم يحدث شىء عندما قربت الشوكة الرنانة من ماء الكأس فى المرة الأولى. وبعد طرق الشوكة الرنانة بالسداد المطاطى ، أمكنك سماع الصوت الناتج من تذبذب الشوكة الرنانة . كما أمكنك أيضاً رؤية اضطراب سطح الماء عندما لامست الشوكة المتذبذبة الماء . وربما رأيت أيضاً قطرات دقيقة من الماء ترتفع فى الهواء دالة على أن الشوكة الرنانة كانت متذبذبة عندما سمعت الصوت .

موجات الصوت

ينتقل الصوت على شكل موجات . ولعله سبق لك أن قذفت حجراً فى غدير ماؤه ساكن ولاحظت موجات دائرية تنتشر بسرعة على سطح الماء . وأعطتك هذه التجربة صورة لطريقة انتقال الصوت بوساطة موجات . ومبيناً نفس التأثير فى شكل ١٤٧ . عند ما يهتز جسم فى الهواء تبدأ جزيئات الهواء فى التحرك جيئة وذهاباً بين الجزيئات القريبة لها على حساب تذبذبات الجسم فتحدث صوتاً . وكما هو مبين فى شكل ١٤٧ ، تكبر موجات الصوت عند ما تكون طاقة المادة المتذبذبة متجهة إلى الخارج .

(شكل ١٤٧) تنتشر الموجات الصوتية فى جميع الاتجاهات

انتقال الصوت

تنتقل الأصوات فى الأجسام الصلبة والسائلة والغازية . وربما قد قرأت أن الجوالة الهندية اعتادت أن تضع أذناً صاغية على الأرض ان كان هناك شىء مقترب . وربما قد رأيت أيضاً عاملا ميكانيكياً يضع أنبوبة صفيحة زيت فارغة مواجهة لآلة ليتبين الأصوات التى تحدثها الآلة . وربما قد سمعت أثناء سباحتك ورأسك تحت الماء ، شخصاً ما يضرب حجرين بعضهما ببعض . فقد عرفت من مثل هذه التجارب أن الأجسام الصلبة والسوائل تنقل الصوت جيداً .

تجربة ١٣٠

كيف تثبت أن الخشب ينقل الصوت

ضع أحد طرفى مسطرة خشبية طولها متر ملاصقة بإحكام لإحدى أذنيك . دع أحد زملائك يخدش طرف المسطرة الآخر بأحد أظافره . فهل تسمع صوت الخدش ؟

ضع مسطرة خشبية ملاصقة لأذنك واخدش المسطرة بأظافرك فى أى مكان . هل تسمع صوت الخدش ؟ ثبت المسطرة على بعد حوالى ٦ بوصات من أذنك ثم اخدش الخشب . ماذا تلاحظ ؟

لقد سمعت الصوت جيداً عندما كان الخشب ملاصقاً لأذنك . ومن هذه التجربة يمكنك استنتاج أن الخشب أحسن من الهواء فى نقل الصوت .

تجربة ١٣١

كيف يمكنك اثبات ان الهواء ينقل الصوت ؟

إذا كان فى معمل مدرستك ناقوس زجاجى ومضخة هوائية ، ضع الناقوس فوق ساعة منبه به جرس يدق . استخدم المضخة لتفريغ ما يمكن إفراغه من هواء الناقوس فاذا وجدت أن الجرس ما زال يدق ، أدخل هواء تحت الناقوس مرة أخرى . لماذا يظهر الآن أن الجرس يدق بصوت أقوى عن ذى قبل ؟

فى أثناء تفريغ الناقوس من الهواء ، كان صوت دقات الجرس يخفت رويداً رويداً ، وعندما أدخل الهواء فى الناقوس ، اشتد الصوت .

سرعة الصوت

عندما تكون قاطرة على بعد نصف ميل تقريباً ، فغالباً ما ترى بخاراً متصاعداً فوقها قبل أن تسمع صفارتها . وربما قد سمعت والدك وهو يقدر المسافة بين منزلك ومكان ظهور البرق وذلك بحساب الزمن بالثوانى بين ومضة البرق وصوت الرعد الذى يليها . وتبين مثل هذه التجارب أن الصوت لاينتقل بنفس سرعة الضوء .

ينتقل الصوت فى الهواء الجاف فى درجة ٣٢° ف بسرعة ١١٠٠ قدم فى الثانية تقريباً . وتزداد سرعة الصوت فى الهواء كلما ارتفعت درجة الحرارة . وسرعة الصوت فى الماء أكبر منها فى الهواء وتفوقهما سرعته فى الأجسام الصلبة عند نفس درجة الحرارة . وينقل الصوت من جزىء إلى آخر. وجزيئات السوائل ليست حرة الحركة كجزيئات الهواء وبذلك فعندما تنقل السوائل الصوت لا تتحرك جزيئاتها كثيراً كجزيئات الهواء وبذلك ينتقل الصوت فى السوائل بسرعة أكبر من سرعته فى الهواء . أما فى الأجسام الصلبة ، فالجزيئات أقرب إلى بعضها عنها فى حالة السوائل وبذلك ينتقل الصوت أسرع فى الأجسام الصلبة .

انعكاس الصوت

انعكاس الصوت ممكن ، ولعلك قد صحت يوماً وأنت مواجه لحائط صخرى مرتفع يبعد عنك بأكثر من مائة قدم و سمعت صدى صوتك . ولعلك قد انحنيت مرة فوق بئر عميقة وحصلت على صدى من سطح الماء فى قاع البئر . وربما تحدث ممرات مدرستك صدى لصوت قفل الأبواب بشدة وكذلك المناقشات الحادة بين التلاميذ أثناء انتقالهم من حجرة إلى أخرى .

ولكى تسمع بوضوح ، يجب أن يتكون صدى من سطح يبعد على الأقل بمقدار ٥٥ قدماً من مصدر الصوت . لأن الصوت يقطع مسافة ١٢٠ أقدام تقريباً

في $\frac{1}{10}$ ثانية . فاذا وصلك صوت منعكس فى $\frac{1}{10}$ ثانية فيكون قد قطع مسافة ٥٥ قدماً تقريباً ذهاباً وإياباً . وإذا سمع الصدى فى أقل من $\frac{1}{10}$ ثانية ، فان الصدى يظهر كجزء من الصوت الأصلى .

وربما تكون موجات الصوت المنعكسة نافعة . ولكثير من المدن وفى حدائق المدن الكبيرة صالات موسيقية تعكس موجات الصوت عندما تعزف فرقة موسيقية أو أركسترا . وهى مصممة لتعكس الصوت لعدد كبير من المستمعين فى خارج القاعة .

ويمكن معرفة عمق المحيط فى مكان ما بقياس الزمن اللازم للموجات الصوتية لكى تنعكس من قاع المحيط فى هذا المكان . ويشعل الباحثون عن البترول مفرقعات ويدرسون رجع الصدى الآتى من طبقات الصخر أو الزيت تحت سطح الأرض .

التحكم فى الصوت

يمكن تقليل الصدى فى مدرستك . ولقد درس مهندسو الصوت تأثيرات الصوت فى مبانى المصالح والمدارس . واستنتجوا أن الضوضاء تجعل من الصعب التركيز فى عمل ما . وربما تجعل الضوضاء السمع غير واضح . كما أن الضجيج متعب ومثير للأعصاب . ويمكن تغطية الجدران والأسقف بألواح رقيقة من نسيج (أو فايبر) به ثقوب صغيرة ذات أعماق مختلفة محفورة على السطح . وعندما تدخل الموجات الصوتية فى الثقوب ، يمتص كمية كافية من الطاقة الصوتية لتقلل الضوضاء . ويتغير شكل موجات الصوت الساقطة على هذه السطوح ويقل الصدى جداً .

اختبر معلوماتك

١ — كيف يمكن قياس بعد جبل ثلجى عائم باستخدام انعكاس الصوت ؟

٢ — كيف تحذرك حاسة السمع من الخطر ؟

٣ — اشرح كيف تحدث الأصوات وكيف تنقل إليك .

٤ – لماذا كانت الأجسام الصلبة أفضل فى نقل الصوت من الغازات والسوائل؟
٥ – لماذا تنتقل الأصوات أسرع فى الهواء صيفاً عنها فى الشتاء ؟
٦ – اشرح كيف يتكون الصدى ؟
٧ – كيف يمكن تجنب الصدى غير المرغوب فيه فى المسارح الكبيرة ؟

المسألة الثانية - كيف تختلف الأصوات ؟

لقد كنت تتعلم ، خلال السنوات الأولى من حياتك ، كيف تميز أصواتاً جديدة . ومن المحتمل أنك تعلمت أولا كيف تميز صوت والدتك . وكلما كبرت تعلمت تدريجياً الأصوات المألوفة لديك الآن كصوت آلة السيارة والآلة الكاتبة وآلة الحريق والبيانو والطائرة وتغريد الطيور وطنين الناموس . وربما يمكنك الآن تمييز نغمات البيانو المختلفة ، وتعرف الفرق بين تغريد أبو الحناء ونقنقة قبرة المراعى . ويقول بعض الأولاد إنهم يستطيعون معرفة صوت بدء إدارة آلة سيارة عندما يسمعون صوت الآلة حتى إذا كانوا لا يرون السيارة نفسها . تدل كل هذه الأمثلة على أن الأصوات كلها مختلفة ويمكن تمييزها .

تجربة ١٣٢

كيف تبين الفرق بين الأصوات المرتفعة والأصوات المنخفضة ؟

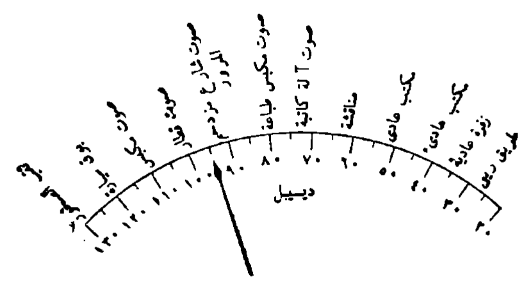
ضع بضع قطع من الفلين الناعم على طبلة . ولاحظها عندما تطرق الطبلة بشدة . والآن ، اطرق الطبلة بلطف ولاحظ التأثير على قطع الفلين . إلى أى مدى ارتفعت قطع الفلين تقريباً ؟ ولماذا ارتفعت أكثر عندما طرقت الطبلة بشدة ؟

ويقال لصوت إنه مرتفع إذا سبب تحريك جزيئات الهواء التى حوله لمسافات كبيرة ، كما يقال لصوت إنه منخفض إذا سبب فى تحريكها لمسافات صغيرة . ولقد عرفت من التجربة كيف تتحكم فى صوتك حتى يسمعك مصغ . فأحياناً تتكلم بصوت منخفض لشخص قريب منك ، وتصيح أحياناً

أخرى لأن نفس الشخص يبعد عنك بياردات كثيرة . أو يمكنك وضع يديك على شكل اسطوانى حول فمك لكى تسمع عندما تصيح . إذ عندما تفعل ذلك ، تمنع يداك انتشار الموجات الصوتية إلى اليمين وإلى اليسار . ويستخدم زعيم الهاتفين فى مباراة كرة القدم ، أوأى مباراة أخرى ، بوقاً لتوجيه صوته نحو الأشخاص الذين يترعمهم فى الهتاف . وتقل شدة صوته سريعاً كلما زاد البعد عنه . ولقد لاحظت هذا التأثير ، بلاشك ، عندما كنت منتظراً عند مزلقان سكة حديد واندفعت قاطرة القطار سريعاً أمامك مطلقة صفارة للتحذير . فعندما قربت القاطرة ارتفع صوت الصفارة ، ثم انخفض صوتها عندما اختفى القطار بعيداً عن الأنظار . وفى الحقيقة ، عندما كانت مسافة ما ضعف مسافة أخرى ، فان شدة صوت الصفارة كانت الربع فقط .

قياس شدة الصوت

يمكن قياس شدة الصوت . وقد اتخذ (بل — Bel) وحدة لقياسها . وقد سميت باسم مخترع التليفون الكسندر جراهام بل . ويتكون جهاز قياس شدة الصوت من جهاز كهربى به تدريج كالمبين فى شكل ١٤٨ . ويسمى



(شكل ١٤٨) مبين على هذا التدريج متوسط شدة أصوات كثيرة شائعة مقدرة بالديسيبل

أقل صوت يمكن أن تسمعه أذن الإنسان بالديسيبل . والديسيبل يساوى عشر « بل » . ويمكنك تصوره بأنه الصوت الذى تحدثه الحشائش الطويلة المتمايلة أمام نسيم خفيف . وعندما تسقط أصوات أكثر شدة على جهاز قياس شدة الصوت ، تسبب تياراً كهربياً أكبر يمر ويحرك المؤشر فوق التدريج .

درجة الصوت (التردد)

تختلف درجات الأصوات . فاذا كنت تعزف على آلة موسيقية فلابد أنك تعرف أنه كلما زاد اهتزاز وترجيتار أو كمان ، زاد تردد النغمة . وتعتمد درجة الصوت على عدد الذبذبات فى الثانية . ويحدث المفتاح فى الطرف الأيسر على لوحة مفاتيح بيانو صوتاً له تردد مقداره ٢٧ ذبذبة فى الثانية . ويضغط مفتاح بالقرب من الطرف الأيمن على لوحة مفاتيح بيانو ، فيمكن لسلك مشدود أن يتذبذب أكثر من ٤٠٠٠ مرة فى الثانية .

تجربة ١٣٣

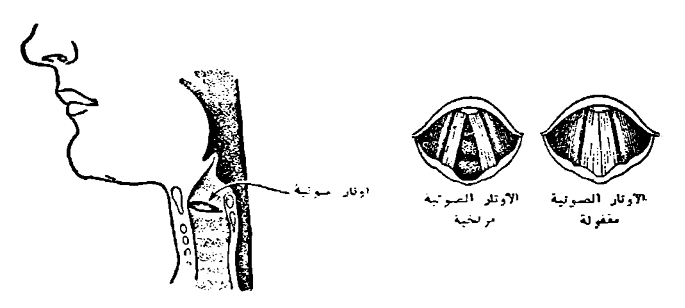
كيف تحدث أصواتا مختلفة التردد ؟

أمسك مشط جيب إلى أعلى وأمرر طرف قطعة من الورق المقوى الصلب فوق أطراف أسنان المشط . أنصت إلى الصوت الحادث . إذا كانت أسنان المشط الذى استخدمته متساوية البعد عن بعضها البعض ، أحضر مشطاً به جزء أسنانه غليظة وبعيدة عن بعضها البعض ، وبه جزء آخر أسنانه أقرب إلى بعضها البعض . أمور الورقة المقواة بسرعة على الأسنان الغليظة والرفيعة . ما هو الاختلاف فى الدرجة الذى لاحظته ؟

عندما تحركت الورقة المقواة على أطراف أسنان المشط الغليظة ، كانت نغمة الصوت أقل لآن قطعة الورق لم تتذبذب بسرعة كبيرة . وإذا فحصت الأسلاك فى بيانو ، لوجدت أن الأسلاك فى الطرف الأيسر أطول وأغلظ من الأسلاك التى فى الطرف الأيمن . ويتذبذب سلك رفيع عدة مرات أكثر من سلك غليظ إذا كانا متساويين فى الطول ومشدودين بنفس القوة .

على أن كثيراً من الناس لا يستطيعون سماع صوت ناتج من اهتزاز جسم بأقل من ١٦ مرة فى الثانية ، كما لا يستطيعون سماع صوت ناتج من اهتزاز جسم بأكثر من ٢٠٠٠٠ ذبذبة فى الثانية . فنحن لا نسمع الأصوات من كل الأجسام التى تتذبذب بالقرب منا .

عندما تتكلم الأشخاص ، فانه يتحكم فى الاهتزازات . وينتج صوت الإنسان بوساطة الأوتار الصوتية المشدودة عرضياً داخل الحنجرة . وتكون مرتخية عندما لا تتكلم أو تغنى كما هو مبين بشكل ١٤٩ . ويتحرك الهواء



(شكل ١٤٩) يتحكم فى الكلام بوساطة عضلات فى أعلى حنجرتك وهى تؤثر فى معدل اهتزاز أنسجة قوية عندما يمر فوقها الهواء الخارج من الرئتين .

الخارج من الرئتين بين الأوتار الصوتية عندما تتنفس . ولكن هناك عضلات صغيرة تشد الأوتار إلى بعضها عندما تبدأ فى الكلام أو فى الغناء ويسبب الهواء الخارج من الرئتين اهتزازها .

تجربة ١٣٤

كيف تشعر باهتزاز اوتارك الصوتية ؟

ضع سبابة وإصبعاً بلطف على حنجرتك مباشرة تحت تفاحة آدم . غن بصوت منخفض نغمة منخفضة كالنغمة الأولى من « يا أيها النجم اللامع » . ثم غن النغمة الأخيرة لأول سطر فى نشيدنا القومى . كرر النغمة الأولى ببطء واستمر فى غنائها لمدة خمس ثوان . ماذا تشعر ؟

تتغير درجة النغمات الصادرة من أوتارك الصوتية بوساطة عضلات تشدها شداً كافياً لاحداث الصوت المطلوب . كما يؤثر اللسان والوجنتان والشفتان والأسنان أيضاً كلها تؤثر فى كلامك .

تجربة ١٣٥

كيف يمكنك دراسة تاثير اجزاء فمك وانفك على الكلام ؟

انطق الحرف « O » أثناء عدم تنفسك . كرر نطق الحرف ولكن خذ شهيقاً فى نفس الوقت . هل تلاحظ أى تغير فى الأصوات ؟ انطق ثانياً حرف ال « O » لكن فاتحاً شفتيك فى ابتسامة عريضة . كرر نطق الحرف نفسه ولكن ماداً شفتيك أمام أسنانك . انطق حرف ال « O » ثانياً قافلا فتحتى أنفك . كيف يتأثر نطقك ؟

لا يظهر صوتك مشابهاً بالضبط لصوت أى شخص من معارفك . فحجم وشكل الفم والحنجرة والممرات الهوائية فى الأنف كلها بعض الأسباب فى ذلك . كون عندك عادة التكلم بوضوح وفى نغمة طبيعية منخفضة ، وأخرج الزفير عندما تتكلم أو تغنى .

وكلما كبر الأولاد كلما أصبحت أوتارهم الصوتية أكثر غلظاً وانخفضت درجة أصواتهم . ولعلهم يدهشون فى السنين التى تتغير فيها أصواتهم عندما يسمعون تغيراً مفاجئاً فى درجة أصواتهم عندما يتكلمون . وعادة لا تتغير كثيراً الأوتار الصوتية عند البنات . وغالباً ما تكون أصوات السيدات أعلى فى الدرجة من أصوات الرجال لأن أوتارهن تظل قصيرة ورفيعة .

الضوضاء

توجد بعض أصوات غير مريحة للأذن . ومن الناس من يعد أجهزة فى حفلات رأس السنة لإحداث أصوات مزعجة تشبه صيحات دواجن منفزعة . ويمكن سماع نفس الشيء تقريباً عندما يعزف كثير من أعضاء فرقة موسيقية على آلاتهم فى نفس الوقت . ويمكن إصدار موسيقى رقيقة بعد عدة دقائق بنفس هذه الآلات . وتنتج الضوضاء عندما يكون

(شكل ١٥٠) يبين المنحنى العلوى تسجيلات لذبذبات موسيقية ، ويبين المنحنى السفلى تسجيلا لذبذبات ضوضاء

الصوت غير منتظم كما هو مبين فى شكل ١٥٠ . والفرق بين نغمة موسيقية وضوضاء هو عدم انتظام الذبذبات .

اختبر معلوماتك

١ – اقترح تجربة لتثبت أن درجة الصوت تعتمد على تردد الاهتزاز .
٢ – اشرح كيف تختلف الضوضاء عن النغمات الموسيقية .
٣ – لماذا تكون بعض الأصوات مرتفعة وأصوات أخرى منخفضة ؟
٤ – كيف تقاس شدة الصوت ؟
٥ – كيف تتغير درجة الصوت أثناء الكلام أو أثناء الغناء ؟
٦ – لماذا يستخدم زعيم الهاتفين بوقاً ؟
٧ – اشرح كيف يؤثر بعد قاطرة فى شدة صوت صفارتها .
٨ – فسر لماذا لا يمكنك سماع كل الأصوات المحيطة بك .

المسألة الثالثة ـ كيف يمكننا أن نسمع ؟

إذا لم تتمكن من السماع بوضوح ، فاطلب من مدرسك أن يسمح لك بالجلوس فى المقاعد الأمامية فى الفصل . وكذلك أخبر والديك بضرورة فحص أذنيك عند طبيب اخصائى فى علاج الأشخاص الذين يجدون صعوبة فى السمع.

جهاز السمع

إن أذن الإنسان خارج الرأس تشبه البوق . فيجمع هذا الجزء الاهتزازات الهوائية ويوجهها داخل أنبوبة مفتوحة إلى طبلة الأذن .

تجربة ١٣٦

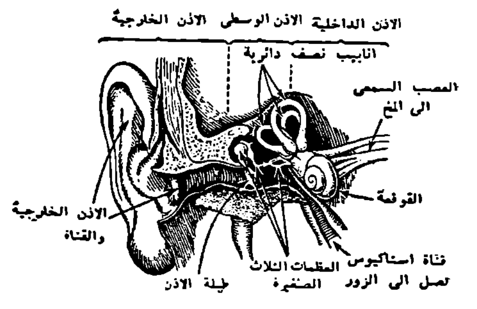
كيف يمكنك دراسة الأذن الخارجية ؟

اعمل قمعاً من قطعة ورق مقواة رقيقة واستخدم مادة لاصقة أو شريطاً مصمغاً لتحفظها على شكل قمع . واجعل قطر الفتحة الصغيرة حوالى ٢ بوصة. أضف جليسريناً أو زيت زيتون إلى محلول صابون مبشور وماء دافىء . وقلب إلى أن يصير المزيج غليظاً . اغمس فتحة القمع الصغرى فى المحلول لتحصل

على غشاء يسد الفتحة . لاحظ غشاء الصابون بينما يتكلم شخص آخر (ولكن ليس خلال) طرف القمع الكبير ويقول كلمة « هالو » . اطلب من الشخص أن يكرر الكلمة ثلاث أو أربع مرات ، رافعاً صوته فى كل مرة . اطلب من نفس الشخص أن يغنى بصوت منخفض ثم بصوت مرتفع عبر فتحة القمع بينما تلاحظ أنت غشاء الصابون . لماذا تتغير اهتزازات غشاء الصابون ؟

مثّل غشاء الصابون طبلة الأذن التى تهتز بنفس تردد الصوت الساقط عليها الذى وجهته الأذن الخارجية . وعندما تهتز طبلة الأذن ، فتحرك قليلا أولى ثلاث عظام هى التى تنقل الصوت إلى الأذن الداخلية .

وينقسم جهاز سمعك إلى ثلاثة أجزاء . فتجمع الأذن الخارجية الموجات الصوتية ، وتنقلها الأذن الوسطى إلى الأذن الداخلية حيث تؤثر الموجات الصوتية على أطراف أعصاب متصلة بالمخ . وقد سميت العظام الثلاث الصغيرة فى الأذن الوسطى بالمطرقة والسندان والركاب لأنها تشبه هذه الأشياء شكلا . ويتصل جزء المطرقة الطويل بطبلة الأذن ، كما يتصل جزؤها القصير بالسندان.



(شكل ١٥١) أذن الإنسان. هل يمكنك تمييز المطرقة والسندان والركاب فى الأذن الوسطى

وإذا درست شكل ١٥١ يمكنك معرفة أن المطرقة تطرق السندان . وتنتقل الموجات الصوتية من السندان بوساطة الركاب ويزيد قصرها من قوة الاهتزازات. وتسمى الأذن الداخلية بالقوقعة وهى حلزونية الشكل ومملوءة بسائل يهتز وبذلك ينتقل الصوت . وانها هى الأعصاب الرفيعة الواصلة من المخ التى تنتهى أطرافها داخل الأنبوبة الملفوفة فى الأذن الداخلية ، التى تنقل الاهتزازات إلى المخ . ثم يفسر المخ الأصوات التى جمعتها الأذن الخارجية .

العنـاية بالاذن

ان أذن الإنسان عضو حساس ورقيق . ويتمرن المخ بالتجربة وبمضى الزمن على تفسير معنى كثير من الأصوات . ويمكن أن ينتج فقد السمع من عدم العناية الصحيحة بجهاز سمعك . لا تستخدم أداة مدببة كعود ثقاب أو دبوس شعر لإخراج أوساخ الأذن . فربما تثقب طبلة الأذن . وتكون قطعة قماش حول طرف إصبع أكثر أماناً . لا تنظف أنفك وفتحتاها مقفولتان فى نفس الوقت عندما تكون مصاباً بالبرد . فربما يقذف المخاط الذى تريد التخلص منه داخل الأذن خلال أنبوبة تصل الحنجرة بالأذن . فربما تصيب العدوى عظام الأذن الوسطى أو تملؤها بالصديد وبذلك تمنع وصول الموجات الصوتية إلى الأذن الداخلية . وربما تختل حاسة اتزانك نظراً لوجود ثلاث قنوات نصف دائرية فى أذنك الداخلية تتحكم فى ذلك بدقة نوعاً ما . وربما تقطع الأصوات المرتفعة طبلة الأذن أو تجرح عصب السمع ويسبب الصمم .

اجهزة سمعية

تجنب العقاقير والأدوية المنتشرة التى يقال عنها إنها تقوى السمع ويجب على الأشخاص الذين فقدوا حاسة السمع من جراء مرض أو حادث ، أن يتجنبوا الاستعمال الداخلى للعقاقير التى يعلن عنها بأنها تزيل صداع الرأس والصمم . حيث أن مثل هـــذه العقاقير لا تشفى الأمراض وربما تضر كثيراً .

وانها لمن القسوة بمكان أن يعيش الصم فى عالم صامت . ولذلك فقد اخترعت أجهزة كهربية تشبه أجهزة الراديو الصغيرة جداً . ويثبت المستقبل فى فتحة الأذن الخارجية . وتحمل صمامات الراديو الصغيرة والبطاريات فى علبة صغيرة توضع فى جيب الشخص . وتقوى مفاتيح يمكن ضبطها الأصوات المتجمعة حتى يمكن سماعها بالأذن الخارجية . ثم تنقل الأصوات بالطريقة العادية إلى الأذن الداخلية .

تجربة ١٣٧

كيف تثبت أن العظام تنقل الصوت ؟

سد كلا من أذنيك بقطعة من القطن بحيث لا يمكنك سماع الأصوات العادية المحيطة بك . أمسك ساعة جيب بين أسنانك . هل يمكنك سماع دقات الساعة ؟ والآن ، بينما تظل الساعة بين أسنانك ، انزع القطن من أذنيك . هل يظهر أن الساعة تدق بصوت أعلى ؟

لقد انتقلت الاهتزازات الناتجة من دقات الساعة بأسنانك وعظام فكيك إلى السائل الذى فى الأذن الداخلية . ويمكن لشخص أصم لبس جهاز السمع الصناعى الذى ينقل الاهتزازات إلى عظام الجمجمة مباشرة خلف الأذن . وتنقل عظام الجمجمة الموجات الصوتية إلى الأذن الداخلية . ويجب ألا يعرض الأشخاص الممكن مساعدتهم بمثل هذه الأجهزة عن حملها فما هى إلا مثل ارتداء نظارات طبية لتصحيح نظر غير سليم .

اختبر معلوماتك

١ — اذكر أجزاء جهاز سمعك الثلاثة . وصف وظيفة كل جزء .
٢ — اشرح كيف يتلف جهاز سمعك واذكر كيف يمكن تجنب كل خطر .
٣ — لماذا يحرك الكلب أو الحصان أو البغل أذنيه بسرعة إلى الأمام وإلى الخلف؟
٤ — ما أهمية القناة التى تصل الحنجرة بالأذن الوسطى ؟

المسألة الرابعة - كيف تحدث الآلات الموسيقية الأصوات ؟

يستسيغ كثير من الناس فى مجتمعك الموسيقى . وينصت بعضهم بانتظام إلى برامج الإذاعة التى من أهمها السيمفونيات التى تعزفها فرق موسيقية مشهورة. وينصت البعض الآخر إلى الرقص الجماعى كما يفضل آخرون فرق الجاز الموسيقية . ربما تعزف على آلة موسيقية فى المنزل أو فى المدرسة . وتدل آلات الفرقة الموسيقية المختلفة بوضوح تام على الطرق التى يمكن بها إحداث النغمات الموسيقية .

ويمكن وضع الآلات الموسيقية فى إحدى ثلاث مجموعات . فتحدث آلات الكمان والجيتار والبانجو والسيلو والبيانو النغمات الموسيقية باهتزاز أوتارها. أما الكورنت والترومبون والساكسوفون والبوق الفرنسى فكلها آلات هوائية . وهناك آلات موسيقية أخرى مثل الطبلة والأجراس والزيلوفون فكلها أجهزة قارعة .

وتقرع الآلات القارعة بوساطة عصى أو مطارق صغيرة مغطاة أطرافها بالصوف . ويسمى البيانو أحياناً بآلة قارعة لأن هناك مطرقات صغيرة جداً مغطاة بالصوف تطرق أسلاكاً مشدودة عندما تستخدم مفاتيح البيانو للعزف عليه .

تجربة ١٣٨

كيف تتعلم خواص النغمات الموسيقية ؟

انفخ فى صفارة . ثم انفخ فيها بشدة ، ما هو الاختلاف الذى تلاحظه ؟ أسقط عملة من النيكل على قطعة معدنية أو على أرض من الأسمنت المسلح من ارتفاع ثلاث أقدام . أسقط عملة فضية ولتكن من ذات الخمسة قروش من نفس الارتفاع . وأسقط أيضاً مليما من نفس الارتفاع . هل تلاحظ أى فرق فى الصوت الحادث ؟ صب فى أنبوبة اختبار ماء لارتفاع حوالى بوصة واحدة وانفخ عبر فتحة الأنبوبة . أضف بوصة أخرى من الماء فى أنبوبة الاختبار ثم انفخ ثانياً عبر الفتحة . هل لاحظت أى فرق فى درجة الصوت ؟

خواص النغمة

يتحكم الموسيقيون فى فرقة الأوركسترا فى شدة النغمات الموسيقية الناتجة وذلك باستخدام طاقة أكثر أو أقل لإنتاج نفس النغمة . وربما تكون قد سمعت فرقة موسيقية وقف لاعب « الترمبت » فيها على قدميه وعزف على آلته بصوت أعلى من أعضاء الفرقة الآخرين . ويمكن أن تهتز شفتاه بشدة أمام المبسم حتى أنهما ربما تتأذيان وتتورمان .

ومن المحتمل أنك قد رأيت شخصاً يسقط قطعة من العملة على قطعة رخام أو قطعة معدنية ليختبر نوع المعدن . فاذا كانت العملة فضية ، فتكون النغمة واضحة وموسيقية . وإذا كانت من الرصاص فتكون النغمة كئيبة وغير حادة . ويمكن لكثير تمييز صوت نغمة موسيقية صادرة من بيانو أومن كمان وذلك لاختلاف نوع النغمة . مع انه ربما قد حدثت كل نغمة بنفس القوة من آلتين وتريتين . وستتأكد جيداً من الاختلاف فى نوع النغمات الموسيقية إذا سمعت عازف كمان يضبط نغمة الكمان بمقارنة درجته بدرجة بيانو .

عندما استخدمت أنبوبة الاختبار المملوءة جزئياً بالماء كما فى التجربة السابقة ، تأثرت الدرجة بطول العمود الهوائى فى الأنبوبة . لقد رأيت حتماً لاعب ترومبون منزلقة وهو يغير طول عمود الهواء المتذبذب فى آلته عندما كان يحدث نغمات مختلفة الدرجة .

وخواص النغمات الموسيقية الثلاث هى الدرجة والشدة والنوع . وربما تعرف أن للموسيقى الشرقية أنغاماً تذكرك بالاستعراضات التى قمت بها مستخدماً أوانى وعلب والدلك . ويستخدم عازفو كمان الموسيقى الكلاسيكية أجهزة غالية الثمن جداً . وقد اختار صانعوها أخشاباً تعطى نغمات لها نوع معين فى الكمان الكامل صنعه . ان نوع نغمة الأوكورديون هى التى تجعله آلة محبوبة بين كثير من الناس ويفضل آخرون النغمات الموسيقية الناتجة من اهتزاز تيار هوائى فى مزمار . إذ ينفخ الهواء أمام حرف ثقب عند أحد طرفى الأنبوبة . وتغطى أصابع العازف الثقوب الأخرى لتغيير الدرجة لأنه عندما تغطى الأصابع الثقوب المختلفة التى على البيكولو ، يتغير طول العمود الهوائى المهتز .

وكذلك تتغير درجة النغمة الناتجة فى الآلات الوترية بتغيير أطوال الأوتار المهتزة.

تجربة ١٣٩

كيف يمكنك التحكم فى درجة آلة وترية ؟

اختبر آلة وترية مثل الكمان أو الجيتار أو البانجو . ولاحظ الفرق فى غلظ الأوتار . اضرب كل وتر بظفرك وأنصت إلى درجة كل وتر . اضغط

الآن أحد الأوتار بشدة على القنطرة الخشبية للآلة واجعل الوتر يهتز ثانياً . اضغط نفس الوتر ثانياً على القنطرة الخشبية للآلة ولكن فى نقطة أخرى ، واضرب الوتر ثانياً عند نفس المكان كما سبق . ما هو التغير فى الدرجة عندما يقصر طول وتر مهتز ؟

يختار العازف الخبير على كمان أو جيتار أو بانجو ، يختار النغمات الموسيقية بضغط أحد الأوتار فى المكان المناسب . ولقد عرف أنه عندما يقصر طول وتر تزداد درجته ، كما أن الأوتار الطويلة تحدث عند اهتزازها نغمات منخفضة. وتحدث النغمات الموسيقية فى بيانو ، وهو أيضاً آلة وترية ، بضرب أسلاك ذات أطوال وأقطار مختلفة . وعندما يعزف شخص على البيانو فانه يضغط على مفاتيح مختلفة تتحكم فى مطارق صغيرة . وتسبب المطرقة الصغيرة اهتزاز سلك مناسب القطر والطول ليحدث النغمة الموسيقية المطلوبة .

اختبر معلوماتك

١ — اشرح كيف تحدث كل من هذه الآلات الموسيقية الصوت : البيانو ، الكورنت ، الطبلة .

٢ — اشرح كيف تغير الدرجة الموسيقية لكل من هذه الآلات الموسيقية : الترمبون المنزلق ، الكمان ، الزيلوفون .

٣ — يكون بعض الرجال الذين يضبطون آلات البيانو على نغمات موسيقية ، يكونون كفيفى النظر ، فسر كيف يستطيعون أداء عملهم بنجاح ؟

٤ — ما هى خواص النغمات الموسيقية ؟

المسألة الخامسة - كيف تسجل الأصوات وكيف يمكن اعادة سماعها ؟

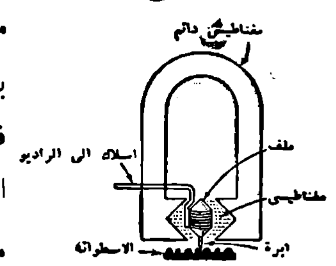
عندما تشاهد عرض فيلم سينمائى وتسمع فى الفيلم صوت قطار يجرى بسرعة كبيرة ، لا يخطر ببالك أن أصوات القطار قد سجلت من قبل ذلك بعدة أشهر . وقد تشاهد فى نفس الفيلم ، رجل أعمال يتكلم فى فوهة أنبوبة متصلة بجهاز . وبعد ذلك ربما تكتب سكرتيرته خطاباً على الآلة الكاتبة بينما تنطق الآلة بالكلمات التى قد سجلتها عندما كان الرجل يتكلم .

التسجيل على اسطوانات

يمكن تسجيل الصوت على سطوح من الشمع أو البلاستك . ويسجل قرص أو اسطوانة الفونوغراف بإبرة تتذبذب فتعمل حفرة متصلة على سطح شمعى يدور حول نفسه . ثم يغطى سطح الاسطوانة بالكربون حتى يمكن طلاؤه بالكهربا . وتسمى الاسطوانة المطلية بالكهربا بالاسطوانة الأصلية (القالب) . وعندما يضغط على اسطوانة أخرى شمعية فتتشكل وتكون بعكس التسجيل الأصلى . ويمكن طبع تسجيلات جديدة بوساطة هذه النسخة . ثم تشترى أنت واحدة من هذه النسخ العديدة المطبوعة وتستخدمها لتسمع الأصوات المسجلة .

وتدار الأسطوانة المسجلة بسرعة مناسبة بوساطة موتور كهربى . وتتبع إبرة الحفر الذى على الأسطوانة عندما تدور ، وتتذبذب الإبرة بالتعاريج التى فى الحفر . وتدفع الإبرة المتذبذبة غشاء معيناً ليحدث اهتزازات فى عمود هوائى بالضبط كالأصوات المسجلة .

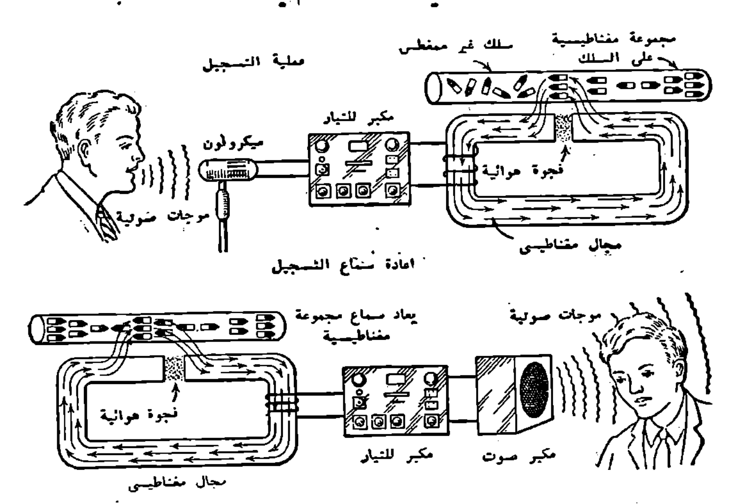
وعادة ينتج الصوت ثانياً بوساطة تيار كهربى وجهاز راديو . فيثبت ملف سلكى له حافظة معدنية على إبرة ويوضع بين قطبى مغناطيس على شكل حدوة الفرس . فتسبب الإبرة المهتزة ، عندما تتبع حفر التسجيل ، فى أن يقطع الملف خطوط قوى مغناطيسية . ويسرى التيار المتولد فى الملف إلى مكبر للصوت . وتتناسب شدة التيار الكهربى مع تحركات الإبرة . وحيث أن الإبرة تتذبذب كتذبذبات الأصوات التى سببت الحفر عند عمل التسجيل فان مكبر الصوت يحدث نفس الأصوات كالتى سجلت على الأسطوانة .



(شكل ١٥٢) إعادة سماع أصوات مسجلة. ترى فى هذه الصورة مقطعاً مكبراً للتعاريج الصوتية على اسطوانة مسجلة. عندما تذبذب الإبرة بوساطة التعاريج الصوتية ، تتحول الاهتزازات إلى موجات كهربية تذهب إلى جهاز تكبير ثم إلى مكبر صوت

التسجيل على السلك

يمكن تسجيل الصوت على سلك . فتتحول الأصوات الساقطة على ميكرفون إلى تيارات كهربية صغيرة جداً . ثم يمر التيار الكهربى فى مغناطيس



(شكل ١٥٣) رسم يبين التسجيل المغناطيسى على سلك و إعادة سماعة . تتبع التغير من موجة صوتية فى أعلى اليسار إلى صوت يسمع من مكبر الصوت فى أسفل الشكل من جهة اليمين

كهربى ويتمغطس جزء السلك الصلب المار تحت المغناطيس الكهربى . وعندما يمر السلك الصلب بين قطبى مغناطيس كهربى آخر ، تحدث المجموعات المغناطيسية تيارات كهربية تتحول إلى موجات صوتية بوساطة مكبر صوت.

يستغرق إدارة تسجيل الفونوغراف العادى عدة دقائق فقط وبعدها يصبح أقل جودة . ولكن عندما يسجل الصوت على سلك فانه يمكن إعادة سماعه آلاف كثيرة من المرات دون أن يفقد شيئاً من رونقه ووضوحه . وإذا كان غير مرغوب فى جزء من تسجيل الأسطوانة ويراد الاحتفاظ بجزء آخر فيعمل عادة تسجيل جديد . أما إذا كان نفس التسجيل على بكرة سلك ، فيمكن بسهولة إزالة مغناطيسية الجزء غير المرغوب فيه .

التسجيل على شريط

يمكن تسجيل الصوت على شريط مغناطيسى . وذلك بتغطية شريط رقيق من الورق أو البلاستك بأكسيد حديد . وتحول الأصوات الساقطة على

ميكرفون إلى تيارات كهربية وتمر خلال ملفات مغناطيس كهربى . ويمر الشريط بين قطبى المغناطيس ويمغطس طبقة أكسيد الحديد التى على الشريط ويرتب جزيئاتها ترتيباً خاصاً . وكما فى سلك الصلب الممغنط ، يمكن إعادة سماع الترتيبات المغناطيسية غير المرئية فى أى وقت وتجدها مشابهة للأصوات الأصلية . ويمكن قطع أى جزء من شريط التسجيل غير المرغوب فيه بوساطة مقص وتلصق الأطراف ببعضها .

تسجيل الصوت على الأفلام

يمكن تسجيل الصوت فوتوغرافياً . إذ يوصل ميكرفون إلى مصباح توهج يصبح معتماً أو متوهجاً على حسب كون التيار الآتى من الميكرفون ضعيفاً أو قوياً . ويعرض شريط من فيلم فوتوغرافى (سينمائى) إلى مصباح التوهج . ويكون الفيلم أكثر ظلمة عندما يكون المصباح أكثر توهجاً . وبذلك يؤثر الصوت الساقط على الميكرفون فى الفيلم الفوتوغرافى . ولإعادة سماع الصوت الذى سجل على شريط الفيلم ، يمرر الفيلم أمام شعاع ضوئى فتسمح الأجزاء الأكثر ظلمة على الفيلم بأقل كمية من الضوء لتمر خلالها ، ويؤثر الضوء الخارج من الفيلم فى شدة تيار كهربى مار خلال مكبر الصوت الذى يحدث نفس الأصوات كالتى استخدمت فى اعداد الفيلم .

فوائد الصوت المسجل

للصوت المسجل فوائد كثيرة . فيساعد فى سماع كلمات تنطق صحيحاً عند تعلم لغات أجنبية كاللغة الفرنسية أو الإسبانية . كما يستفيد طلبة الفصل فى تحسين نطقهم عندما يسمعون أصواتهم من التسجيلات الصوتية . كما يمكن تسجيل الخطب التاريخية من محطات الإذاعة عن طريق الراديو ثم يمكن إعادة سماعها فى أى وقت . كما يمكن تسجيل المحادثات التليفونية الخاصة بالمعاملات التجارية ثم توضع فى ملفات بنفس الطريقة التى تحفظ بها الاتفاقات الكتابية . ويمكن لمراسلى الجرائد حمل أجهزة تسجيل صوتية فى حجم الجيب ، وكذلك للآخرين الذين يحتاجون إلى تسجيل دائم لأعمالهم .

اختبر معلوماتك

١ – ما الذى تذبذبه موجات الصوت عند عمل تسجيل فونوغراف ؟

٢ – عاذا يتميز تسجيل الصوت على سلك أو شريط مغناطيسى على تسجيله على اسطوانات ؟

٣ – كيف يسجل الصوت وكيف يمكن إعادة سماعه ؟

٤ – ماذا ترى إذا وضعت عدسة مكبرة قوية فوق سطح تسجيل فونوغراف؟

٥ – كيف يسجل الصوت على شريط سينمائى .

الصوت والطاقة

تستخدم أجهزة كثيرة لزيادة شدة الأصوات . ويستخدم الطبل والطُمطُم والأبواق والسطوح العاكسة للتحكم فى طاقة الصوت . إذ أنه يلزم طاقة لتحريك الهواء . ويعمل شغل عندما تهتز الأجسام ولذلك تحدث صوتاً . وتفقد الأجسام المهتزة طاقة يكتسبها الهواء . وعندما تقل طاقة الأجسام المهتزة، تضعف شدة الأصوات الناتجة .

عندما تصطدم موجات صوتية بأجسام صلبة ، فيتحول جزء من طاقة الموجات الصوتية إلى طاقة حرارية . وينعكس جزء من الطاقة محدثاً صدى أحياناً . وعموماً فان الموجات الصوتية غير قوية . وتفقد طاقتها التى تتحول إلى طاقة حرارية .

تجعل طاقة الصوت وسائل الاتصال ممكنة . فان اختلاف الأصوات التى يمكن أن يحدثها الناس فى حناجرهم نتيجة لتفكيرهم لمساعد فى الاتصال بالآخرين .

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الأولى

تحدث الأصوات من الأجسام المهتزة .

تنتقل طاقة الصوت على هيئة موجات .

الأجسام الصلبة والسوائل والغازات تنقل الصوت .

تنتقل الأصوات فى الهواء الجاف بسرعة مقدارها ١١٠٠ قدم فى الثانية تقريباً إذا كانت درجة حرارة الهواء هى ٣٢° ف . وتزداد سرعة الصوت بارتفاع درجة الحرارة .

تنقل الأجسام الصلبة الصوت أسرع من السوائل التى بدورها تنقل الصوت أسرع من الغازات .

تعكس الأجسام الصلبة الصوت ، ويسمع الصدى فقط إذا كان السطح العاكس على بعد ٥٥ قدماً من مصدر الصوت على الأقل .

المسألة الثانية

يمكن للمواد أن تمتص الصوت ، ويمكن تقليل الصدى والضوضاء عندما تستخدم مثل هذه المواد بالطريقة الصحيحة .

تدل الأصوات المرتفعة والمنخفضة على كمية الطاقة المستخدمة لاحداثها .

تختلف الأصوات فى الدرجة وفى النوع وفى الشدة .

وتعتمد درجة الصوت على عدد الاهتزازات فى الثانية ، وقليل من الناس من يستطيع أن يسمع صوتاً تردده أقل من ١٦ ذبذبة فى الثانية أو بآخر تردده أكبر من ٢٠٠٠٠ ذبذبة فى الثانية .

تختلف الضوضاء عن النغمات الموسيقية فى انتظام الاهتزازات المحدثة لها .

المسألة الثالثة

لجهاز سمعنا ثلاثة أجزاء : الأذن الخارجية ، والأذن الوسطى ، والأذن الداخلية ، ويحتاج جهاز السمع إلى عناية فطنة .

المسألة الرابعة

تقسم الآلات الموسيقية إلى آلات وترية اهتزازية وآلات هوائية وآلات قارعة .

ويتحكم فى درجة نغمة موسيقية طول الوتر المهتز وطول العمود الهوائى المهتز . كما يتأثر أيضاً التردد بغلظ الجسم المهتز .

المسألة الخامسة

تسجل الأصوات على اسطوانات من الشمع أو على سلك أو على شريط ممغطس أو على فيلم سينمائى .

اسئلة للمناقشة

١ – لماذا تنتقل الأصوات بسرعة أكبر فى الهواء الساخن عنها فى الهواء البارد ؟

٢ – لماذا تنتقل الأصوات بسرعة أكبر فى الصلب عنها فى الماء ؟

٣ – اشرح كيف يمكن تقليل الضوضاء فى مسرح .

٤ – لماذا تختلف أنابيب الأرجون فى الأقطار والأطوال ؟

٥ – كيف ينشأ الصدى ؟ وكيف يمنع حدوثه فى مسرح ؟

٦ – اشرح كيف يمكن التحكم فى اهتزازات الصوت أثناء الكلام .

تمرين على حل المسائل

هناك أمسية يقيم فيها طلبة العلوم فى مدرسة « اولد تريل » مهرجاناً علمياً كل عام . ويجتمع الأعضاء قبل هذه الأمسية بعدة أسابيع ليضعوا خططاً لإظهار نتائج البحوث التى تمت والهوايات التى نشأت والرغبات الخاصة التى تحققت.ويدعى الآباء والأصدقاء ليروا الخطط وليسمعوا الطلبة ويناقشوهم.

وقد صمم ثمان بنات من السنين الأولى للمدرسة العليا أن يكون لديهن « فرقة موسيقية بالزجاجات » هذا العام . وكان لديهن صف من ثمان أنابيب اختبار فى حامل . وكان يصب ماء فى كل أنبوبة اختبار حتى يعطى عمود الهواء عندما يهتز نغمة موسيقية معلومة عندما ينفخ هواء أمام فتحة الأنبوبة ، وطبعاً الأنبوبة المملوءة بماء أكثر تعطى نغمة أعلى .

ويمكن عزف قطع موسيقية بسيطة بوساطة فرقة الزجاجات . ويجب على كل شخص أن يعرف متى ينفخ أمام أنبوبة الاختبار التى لديه وقوة النفخ وطول مدة النفخ .

وبعد التمرين بعد ظهر أحد الأيام ، وضعت البنات أنابيب الاختبار بعناية فى الحامل وانصرفن إلى منازلهن . وعندما اجتمعن ثانياً للتمرين بعد ثلاثة أيام ، وجدن ثلاثة « أجهزة » لا تعطى نفس النغمات .

اختر ، من قائمة التعبيرات الآتية ، التعبير الذى تعتبره معقولا لتفسير هذه الظاهرة .

١ — دبر شخص ما مكيدة للبنات بصب قليل من الماء من أنابيب الاختبار الثلاث .

٢ — من المحتمل أنه حدث تغير فى درجة الحرارة وانخفض سطح الماء فى أنابيب الاختبار الثلاث .

٣ — كان يجب على البنات أن يضعن سدادات لأنابيب الاختبار لمنع انسكاب الماء .

٤ — سبب تغير درجة حرارة الهواء فى بخر الماء من أنابيب الاختبار التى تعطى أعلى نغمات موسيقية .

٥ — أصبح الماء فى أنابيب الاختبار آسناً .

٦ — كان يجب إضافة بضع قطرات من زيت إلى كل أنبوبة اختبار .

٧ — لقد نسيت البنات النغمة الموسيقية التى أحدثنها سابقاً .

وإذا لم ينفع أى من الاقتراحات السابقة للتفسير فانه يلزم إعادة ضبط نغمة أنابيب الاختبار الثلاث ، فاذكر أحسن تعليل لسبب تغير نغمة الأنابيب.

١٢
الاتصال بجيراننا

خلال السنين الأولى فى تاريخ شعبنا ، كانت الرسائل تنقل عادة بأشخاص يسافرون بالقوارب أو بالمركبات أو مشياً على الأقدام . وربما تعرف شيئاً عن الراكب الشهير پول ريڤير والحصان السريع الصغير . وقد ساعد اختراع التليفون والتلغراف على تطور السكك الحديدية والجرائد .

وترسل الرسائل الآن بسرعة أكبر عما كانت عليه بنصف قرن مضى . فينقل التليفون اللاسلكى والراديو الأفكار إلى جميع أجزاء العالم . وستعرف فى هذا الفصل المبادىء الأساسية للأجهزة الحديثة المستخدمة فى الاتصال .

المسائل التى سوف نعالجها

١ — كيف ترسل الرسائل بالتلغراف ؟

٢ — كيف يعمل جهاز التليفون ؟

٣ — كيف يعمل جهاز الراديو ؟

٤ — ما هو التليفزيون ؟

المسألة الاولى – كيف ترسل الرسائل بالتلغراف ؟

لقد مغطست فى إحدى تجارب الفصل التاسع قطعة من الحديد بوساطة تيار كهربى . ويسمى الذى صنعته مغناطيساً كهربياً . وستعرف فى هذا الفصل أن المغناطيسات الكهربية تستعمل للاتصال فى التليفون والتلغراف السلكى .

التلغراف

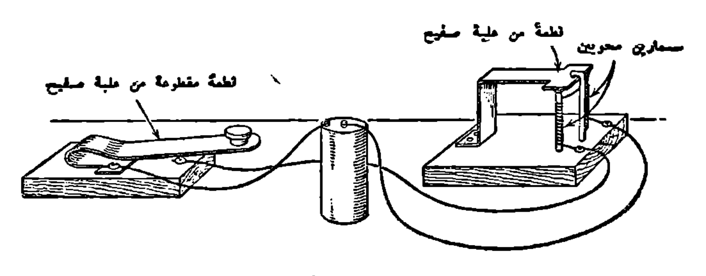
أنت تعرف أن بعض الرسائل ترسل بشفرة مكونة من نقط وشرط .

ويتعلم كثير من الأولاد والبنات شفرة مورس عندما يكونون أعضاء فى فرقة كشافة .

تجربة ١٤٠

كيف تصنع مستقبلا تلغرافيا ومفتاحا ؟

أحضر مسمارين محويين (بريمة) طول كل واحد حوالى ٣ بوصات. وثبتهما بإحكام فى قطعة خشبية صغيرة بحيث يبعدان عن بعضهما البعض بمقدار ٣ بوصات تقريباً . استخدم سلكاً واحداً من النحاس المعزول رقم ٢٠ للف حوالى ١٠٠ لفة منه حول كل مسمار . ولف أحدهما فى اتجاه عقربى الساعة ولف الآخر فى عكس اتجاه عقربى الساعة حتى يصير رأسا المسمارين قطبين مختلفين عندما يمر تيار كهربى فى السلك . لاحظ فى شكل ١٥٤ كيف يمر السلك من مسمار لآخر .

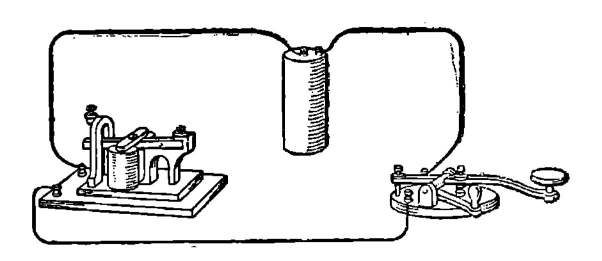


(شكل ١٥٤) ترتيب أدوات تجربة ١٤٠

ويمكن قطع القطعة المعدنية التى على شكل حرف T من علبة حساء فارغة أو علبة بن فارغة ، بوساطة مقص خاص يقص القصدير . ويوضع عند رأس القطعة التى على شكل حرف T مسمار ملتو ليثبت الحرف على بعد ربع بوصة من رأسى مسمارى البريمة وبذلك يكون الجزء السابق شرحه هو مستقبل تلغرافك .

وستحتاج إلى مفتاح لتقطيع مرور التيار . ويمكن عمله بسرعة وذلك بثنى قطعة أخرى من القصدير على شكل حرف T كما هو مبين فى شكل ١٥٤

وبقطع الجزء العلوى من أنبوبة معجون أسنان قديمة ، يمكنك استخدام الغطاء كيد للمفتاح يحرك بوساطتها وذلك بعمل ثقب خلال حرف الـ T ، ثم بدفع الجزء المحوى بعنق الأنبوبة خلاله ثم يثبت الغطاء فوقه . صل المفتاح والمرسل على التوالى مع عمود جاف . لماذا ينجذب حرف الـ T نحو رأسى مسمارى البريمة عندما يمر تيار فى السلك ؟



(شكل ١٥٥) مفتاح ومستقبل التلغراف . التلغراف جهاز مغناطيسى . تتبع مرور الكهربا من العمود الجاف ، خلال الأجهزة ، ثم إلى العمود ثانياً

مبين فى شكل ١٥٥ مفتاح تلغراف مرسل من المصنع ويصنع مثل مفتاح التلغراف ومرسله كأجهزة عرض فى معامل العلوم . أما الأجهزة المستخدمة فى مكاتب السكك الحديدية ومكاتب التلغراف فلها تصميم مختلف.

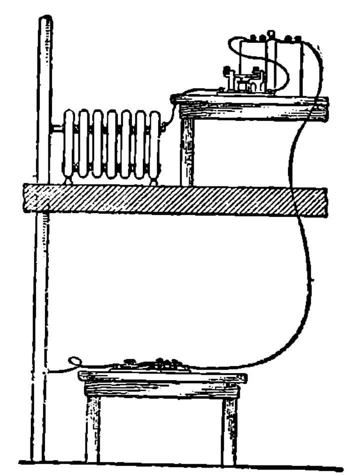
عندما يضغط ساق المفتاح ، تساعد نقط اتصال موجودة تحته لقفل الدائرة الكهربية . ويلف ملفان من السلك فى المستقبل على اسطرانتين (قلبين) من الحديد المطاوع . ويوجد فوق الملفين قضيب مستو من الحديد المطاوع . ويجذب هذا القضيب بقوة إلى أسفل نحو القلبين عندما يمر تيار فى الملفين . ويكون الزمن بين دقتين هو « نقطة » إذا توالت الدقتان بسرعة ، وتكون « شرطة » إذا كان الزمن بين الدقتين كبيراً نوعاً . وهناك زنبرك يحفظ القضيب المصنوع من الحديد المطاوع ، والذى يسمى بالحافظة ، بعيداً عن المغناطيس الكهربى عندما يكون المفتاح مرفوعاً . وتسمى مجموعة النقط والشرط التى ترمز إلى حروف وأرقام بشفرة مورس العالمية .

شفرة مورس العالمية

A	. —	N	— .
B	— . . .	O	— — —
C	— . — .	P	. — — .
D	— . .	Q	— — . —
E		R	. — .
F	. . — .	S	
G	— — .	T	—
H	. . . .	U	. . —
I		V	. . . —
J	. — — —	W	. — —
K	— . —	X	— . . —
L	. — . .	Y	— . — —
M	— —	Z	— — . .

تجربة ١٤١

كيف يمكن استخدام جهاز تلغرافى ليرسل رسائل فى اتجاه واحد فقط ؟



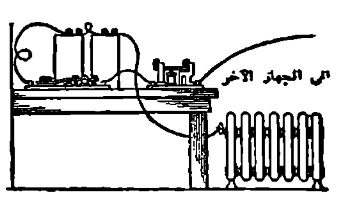
(شكل ١٥٦) فى جهاز التلغراف ذى السلك الواحد، توصل الأعمدة الجافة والمفتاح والمستقبل مع بعضها على التوالى

إذا رتبت الأجهزة المبينة فى شكل ١٥٦ ، فيمكنك استخدام أجزاء من جهاز الماء الساخن أو جهاز التدفئة البخارى كجزء من الدائرة الكهربية . وعندما يقفل المفتاح (إلى أسفل)، يمر تيار كهربى من الأعمدة الجافة خلال المستقبل وأنابيب التسخين والمفتاح ثم ثانياً إلى الأعمدة الجافة . ويفتح الزنبرك الموضوع تحت المفتاح الدائرة الكهربية عندما يزال الضغط المؤثر على المفتاح .

تجربة ١٤٢

كيف يمكنك توصيل جهاز تلغرافى ذى اتجاهين ؟

يبين شكل ١٥٧ كيف توصل كل طرف من أطراف جهاز تلغراف ذى اتجاهين . وتتصل الدائرة الثانية بجزء من جهاز التدفئة . يمكن استخدام كل مفتاح فى كل جانب لإرسال رسالة . ويجب أن يكون أحد المفتاحين مقفولا بينما يستخدم الآخر لعمل النقط والشرط .



(شكل ١٥٧) جزء واحد من جهاز تلغراف ذى اتجاهين

ويوجد فى مفتاح التلغراف الصناعى محول (سويتش) ليحفظ المفتاح مقفولا . وإذا قفل المفتاحان ، فيمر تيار كهربى باستمرار فى الدائرة . ويفتح عامل التلغراف أحد مفاتيح التوصيل عندما يرغب فى إرسال رسالة . وعندما يضغط على المفتاح عند طرفه تتمغطس المغناطيسات الكهربية فى كلا الطرفين . وبعد إرساله للرسالة ، فانه يقفل مفتاح التوصيل الذى عنده . ثم يفتح عامل التلغراف فى الطرف الآخر مفتاح التوصيل الذى لديه وينقر جواباً للرسالة التى وصلته . وفى الاتصال التلغرافى لمسافات طويلة ، تستخدم الأرض كجزء من الدائرة الكهربية . وفى هذه الحالة يحتاج إلى سلك أقل وإلى إنشاء خطوط قليلة .

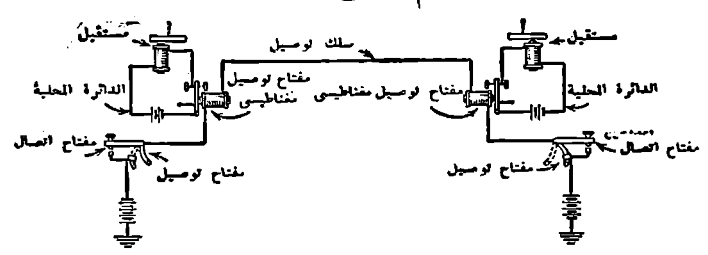
ومن النادر أن ترسل الرسائل باليد عند استخدام أجهزة التلغراف الحديثة . بل يكتبها عامل التلغراف على آلة تلغراف كاتب ، وتسجلها فى محطة الاستقبال آلة كاتبة لاقطة أوتوماتيكياً . وتطبع كلمات بدلا من نقط وشرط على شريط من الورق . وترسل بهذه الطريقة الأخبار وتحذيرات البوليس بوساطة أحد موظفى التلغراف حيث تسجل فى محطات كثيرة فى نفس الوقت .

وتنقل الرسائل بين القارات بوساطة كابلات (أسلاك غليظة) مغطاة

بالرصاص تمتد فى قاع المحيط . ويمكن لدائرة كهربية أن تحمل كثيراً من الرسائل فى الاتجاهين فى نفس الوقت .

مفتاح التوصيل المغناطيسى فى دوائر التلغراف الكهربية

يحتاج إلى أسلاك طولها مئات الأميال وذلك لنقل الرسائل عبر المسافات البعيدة . وتسمح مقاومة هذه الأسلاك الطويلة لتيار ضعيف جداً بأن ويشغل مستقبل التلغراف . وللتغلب على هذه الصعوبة ، يوضع فى الدائرة الكهربية مفتاح توصيل مغناطيسى . ويتركب هذا المفتاح من مغناطيس كهربى مكون من عدة لفات من سلك نحاس رفيع جداً ملفوف حول قلب (اسطوانة) من الحديد المطاوع . ويحفظ زنبرك ضعيف حافظة خفيفة الوزن بعيداً عن قطبى المغناطيس الكهربى . وتجعل كثرة اللفات السلكية والزنبرك الضعيف مفتاح التوصيل المغناطيسى حساساً ويتأثر بالتيارات الكهربية الصغيرة ويوصل مفتاح التوصيل المغناطيسى على التوالى مع مستقبل التلغراف وبطارية بالقرب من المستقبل . وهو يقفل الدائرة بين البطارية والمستقبل . وبينما يتأثر مفتاح التوصيل المغناطيسى بتيار الدائرة الضعيف ، يتأثر المستقبل بتيار البطارية وبذلك يقوم مفتاح التوصيل المغناطيسى كمفتاح توصيل فقط للدائرة كما هو مبين فى شكل ١٥٨ . وتصمم مفاتيح توصيل مغناطيسية عديدة الأشكال



(شكل ١٥٨) تستخدم الأرض كجزء من الدائرة الكهربية فى الاتصال التلغرافى لمسافات طويلة ويحتاج إلى مفتاح توصيل مغناطيسى . ويفسر الشرح أهميته .

والحجوم لأغراض خاصة . وهى أجهزة هامة فى دوائر كهربية أخرى غير دوائر التلغراف الكهربية . وبعض استعمالاته هى فى الدوائر الكهربية للراديو والتليفون والتليفزيون .

وأحياناً تطبع الجرائد فى كثير من المدن نفس القصة بالضبط فى نفس اليوم . وهذا لأن عامل التلغراف الذى لديه آلة كاتبة مرسلة استخدم جهازاً تلغرافياً فى إحدى المدن لترسل القصة إلى الجرائد فى المدن الأخرى . حتى خط اليد يمكن الآن إرساله بالتلغراف ، ويمكن لرجل الأعمال أن يرسل رسالة بالتلغراف مذيلة بامضائه .

اختبر معلوماتك

١ - اذكر أسماء بعض الأجهزة الحديثة المستخدمة فى إرسال البرقيات .

٢ - اشرح من أين تأتى الطاقة التى تُشغّل مفتاح توصيل مغناطيسى موجود فى دائرة تلغراف كهربية .

٣ - اشرح كيف يختلف مفتاح توصيل مغناطيسى فى تركيبه وطريقة استخدامه عن مستقبل التلغراف .

٤ - اذكر أسماء الأجزاء الأساسية فى جهاز تلغراف بسيط وصف فائدة كل منها .

٥ - لماذا يجب أن يكون مفتاح التوصيل مقفولا فى مفتاح التلغراف عند استقبال رسالة ؟

المسألة الثانية ـ كيف يعمل جهاز التليفون ؟

عندما اخترع التليفون عام ١٨٧١ ، كان ينظر إليه كأنه لعبة . وكان رجال الأعمال بطيئين فى ابتداء استعماله . ففى أول الأمر جلب التليفون إلى مخترعه الكسندر جراهام بل بعض الشهرة أو المال ، وبعدمضى نصف قرن ، صمتت ملايين من التليفونات فى جميع أجزاء أمريكا الشمالية كتعبير عن الاحترام وذلك أثناء جنازة بل .

التليفون

لا ينقل الصوت مباشرة خلال أسلاك التليفون . بل تحول الموجات الصوتية إلى تيارات كهربية فى المرسل . وينقل التيار الكهربى بوساطة أسلاك تصل التليفونين . ثم تحول التيارات الكهربية فى المستقبل إلى موجات صوتية بنفس الدقة حتى انك تتعرف عادة على الصوت المسموع .

تجربة ١٤٣

كيف تتعلم تركيب وطريقة عمل مرسل التليفون ؟

خذ قطعتين من النحاس أو الألومنيوم مربعتى الشكل طول ضلع كل منهما يساوى ٤ بوصات تقريباً . واعمل ثقباً صغيراً بالقرب من حافة كل قطعة . صل سلك توصيل طوله حوالى ٤٠ بوصة بكل قطعة . اقطع جزءاً من عمود الكربون الموجود بعمود جاف قديم إلى أجزاء صغيرة جداً فى حجم البسلة الصغيرة تقريباً . ضع إحدى القطعتين المعدنيتين (أو اللوحين) على سطح منبه كبير . انثر قطع الكربون بانتظام على سطح اللوح المعدنى . ثم ضع اللوح المعدنى الآخر على قطع الكربون . ولا تدع قطع الكربون تمس بعضها البعض أو تمس جزء الساعة المعدنى . صل سلكى اللوحين بعمودين جافين متصلين على التوالى وبمستقبل تليفون كما هو مبين فى شكل ١٥٩ . قرب المستقبل من أذنك وأنصت . اطرق على اللوح المعدنى العلوى برقة بوساطة قلم رصاص . فماذا تسمع ؟

(شكل ١٥٩) تحول الموجات الصوتية الصادرة من الساعة إلى موجات كهربية بوساطة المرسل البسيط

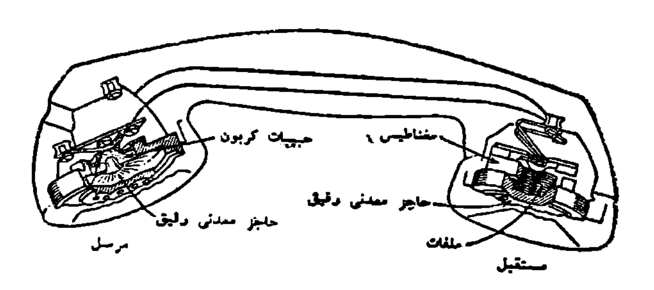
عندما تتكلم فى مرسل التليفون ، تضغط موجات الصوت فى الهواء على حاجز معدنى رقيق يهتز تماماً كالأصوات التى تحدثها أثناء كلامك . ويوجد صندوق صغير خلف الحاجز مملوء بحبيبات كربون صغيرة . فعندما يضغط الحاجز على حبيبات الكربون ، تنضغط جزيئات الكربون على بعضها البعض أكثر ويمر تيار كهربى خلالها بسهولة عن ذى قبل وعندما يبتعد الحاجز المهتز عن حبيبات الكربون فتبتعد عن بعضها وحينئذ يمر خلالها تيار كهربى أقل . وبهذه الطريقة يتحكم

(شكل ١٦٠) حبيبات الكربون فى مرسل تليفون (مكبرة) . يمر تيار أكبر عندما تضغط حبيبات الكربون على بعضها كما هو مبين على اليمين . والخطوط الغير متصلة هى ممرات التيار الكهربى خلال حبيبات الكربون

فى التيار الكهربى بحيث أنه يغير شدته تماماً كما تغير الموجات الصوتية الساقطة على الحاجز شدتها . ادرس شكل ١٦٠ .

يحول مستقبل التليفون التيار الكهربى إلى موجات صوتية . ويوجد فى مستقبل التليفون مغناطيس دائم على شكل حرف U وله مغناطيس كهربى ملفوف على كل قطب . ويحفظ المغناطيس الدائم حاجزاً رقيقاً من مادة مغناطيسية قريب جداً من المغناطيسات الكهربية . وبمرور التيار من أسلاك المرسل خلال المغناطيسات الكهربية الموجودة بالمستقبل ، يهتز حاجز المستقبل تماماً كما يهتز حاجز المرسل . ويسبب اهتزاز المستقبل اهتزاز دقائق الهواء القريبة من أذن المستمع . وتكون الموجات الصوتية التى تصل إلى المستمع تماماً كالموجات الصوتية الساقطة على المرسل .

وعادة لا يكون مرسل التليفون الحديث ومستقبله منفصلين عن بعضهما . ويبينهما شكل ١٦١ وهما مجتمعان فى جهاز واحد .



(شكل ١٦١) فى جهاز التليفون اليدوى يكون المرسل والمستقبل فى جهاز واحد

عمل اتصال تليفونى

يمكنك بدء مكالمة تليفونية محلية بأن تطلب رقماً من عاملة التليفون التى تجلس أمام لوحة مفاتيح طويلة وتسمع طول الوقت دقات معدنية وترى توهج إشارات ضوئية . فعندما ترفع المستقبل ، يقفل مفتاح وتضيء إشارة ضوئية أمام عاملة التليفون . فتضع مسمارى توصيل داخل فجوتين صغيرتين على لوحة المفاتيح ، ثم تحرك رافعة لتدق جرس التليفون الذى أعطيت رقمه .

وتتوهج إشارتان ضوئيتان أعلى مكتبها إلى أن يرفع أحدٌ مستقبل التليفون المطلوب . وتكون الدائرة مستعدة للاستخدام . وعندما تنتهى مكالمتك ويوضع كلا المستقبلين مكانيها ، تتوهج ثانياً الاشارتان الضوئيتان أمام عاملة التليفون وهذه إشارة لها لتنزع مسمارى التوصيل من لوحة المفاتيح .

وعندما تطلب مكالمة رقم تليفون فى مدينة أخرى أو فى جزء آخر من المدينة ، فان عاملة التليفون تكرر الرقم المطلوب لعاملة تليفون ثانية التى تكمل توصيل الدائرة وتدق جرس تليفون الشخص الذى تطلبه .

التليفون ذو القرص

كثير من التليفونات ، كما تعرف ، مجهزة بقرص يحتوى على عشرة ثقوب مرقومة بعشرة أرقام ، متسلسلة تبتدىء بـ ٠ وتنتهى بـ ٩ ، فى اتجاه عكس عقارب الساعة. وتحتوى ثمانية من هذه الثقوب على ثلاثة أحرف فى كل منها . ولكى تطلب الرقم و ى-٥٢١ ، ترفع أولا المستقبل. فتتحرك فى السنترال فرش معدنية تعمل بوساطة مغناطيسات كهربية إلى أعلى وإلى أسفل عمودياً على قضبان نحاسية إلى أن يوجد رقم تليفونك . وتدلك النغمة الصادرة متى تم الاتصال وأن الخط مستعد للاستخدام . ثم تضع إصبعاً أو قلم رصاص على هذه الأحرف والأرقام بترتيب كتابة رقم التليفون ، وتدير القرص لكل ناحية اليمين إلى أبعد مسافة يتحركها القرص ، ثم تتركه . ويمكن سماع سلسلة من الدقات عملت بوساطة مفتاح مقطع عندما يرجع القرص .

ويسجل جهاز فى السنترال ، يسمى « العقل الكهربى » ، الدفعات الكهربية الناتجة من إدارة القرص . وفى سنترال المدينة ، تتحول الدفعات إلى ثلاثة موصلات . الموصل الأول ، وهو الباحث عن الخط ، يعمل اتصالا مع الخط المتصل بمجموعة التليفونات ذات الحرفين و ى . والموصل الثانى ، ويسمى ضابط التوصيل للمفاتيح المغناطيسية ، يشغل سلسلة عدادات ويحضر مكالمتك إلى الرقم الذى أدرته على القرص تقريباً ، ربما لمجموعة تحتوى على

مائة من ذلك العدد . ثم يختبر الخط المطلوب ليرى إذا كان مشغولا أم لا . فاذا كان مشغولا ، فلا يتم الاتصال . وترسل إشارة خاصة إلى الخط المتكلم يعرف منها أن الخط المطلوب مشغول . وإذا لم يكن مشغولا ، فان الموصل الثالث يصل دائرة بها جرس إلى طرف الخط المطلوب . ويدق الآن جرس التيلفون الذى رقمه و ى — ٠٥٢١ ، فاذا رفع المستقبل تفتح دائرة الجرس ويمر تيار مستمر لتقوية المرسل . ويمكن أن تبدأ الآن مكالمتك .

اختبر معلوماتك

١ — اشرح كيف تستخدم طاقة الصوت فى تغيير شدة تيار كهربى بوساطة مرسل تليفون .

٢ — ماذا تتوقع رؤيته عندما تفك سماعة مستقبل تليفون وتنظر بداخلها .

٣ — اذكر أسماء الأجزاء الأساسية لمرسل تليفون واشرح عمل كل جزء .

٤ — اذكر أسماء الأجزاء الأساسية لمستقبل تليفون واشرح عمل كل جزء .

المسألة الثالثة — كيف يعمل جهاز الراديو ؟

الراديو مهم فى حياتنا اليومية . فهو يسلينا كما يمدنا بالمعلومات . وبه يمكننا أن نسمع قطعاً موسيقية وتمثيليات وقصص المغامرات وأخبار الألعاب الرياضية . كما أن نشرات الطقس تساعد فى تحذيرنا من العواصف أو تغيرات الطقس الأخرى . كما تجعلنا نشرات الأنباء السياسية فى بلدنا أو فى البلاد الأجنبية ، مواطنين ملمين بآخر الأخبار . ويستمع الطلبة بانتظام فى كثير من المدارس ، إلى برامج الإذاعة . وستتعلم فى هذه المسألة بعض المبادىء العلمية المستخدمة فى الإذاعة اللاسلكية . وربما ستقرر أن تعمل جهاز إرسال واستقبال لاسلكى وتحصل على رخصة حكومية كهاوٍ لاسلكى .

موجات اللاسلكى

إن فكرة الحركة الموجية ليست جديدة عليك . فقد تعلمت فى دراسات سابقة أن الحرارة والضوء موجات مشعة . وكذلك فان موجات الراديو أيضاً

هى موجات مشعة . ويمكنك اختبار وجود الموجات الحرارية والموجات الضوئية بوساطة حواسك ولكن ليس عندنا أى حاسة تستطيع أن تشعر بموجات اللاسلكى . تمر يومياً موجات لاسلكية من محطات إذاعة لاسلكية كثيرة خلال جسمك ولكن لا تؤثر فيك . وبذلك تحدث أشياء لا يمكن للعين رؤيتها ولا للأذن سماعها أثناء إرسال واستقبال الرسائل اللاسلكية . وهذا أحد الأسباب التى جعلت الراديو يظهر كجهاز غامض لكثير من الناس .

وموجة الراديو هى اضطراب ينتشر فى الفراغ . وتتكون موجات الراديو عندما تتذبذب الالكترونات إلى الأمام وإلى الخلف بسرعة .

وبما أن الموجات الحرارية والضوئية واللاسلكية كلها موجات مشعة ، فكيف تختلف الواحدة عن الأخرى ؟ إن الاختلاف الأساسى هو فى أطوال أمواجها . فللموجات اللاسلكية طول موجى أطول بكثير من أطوال الأمواج الحرارية أو الضوئية .

لقد عرفت ، عندما درست التيارات المترددة ، أن التيار يمر خلال الموصلات أولا فى اتجاه ما ، ثم فى الاتجاه المضاد . تسمى هذه التغيرات السريعة فى حركة الالكترونات بالذبذبات . ويتذبذب معناها يتحرك إلى الأمام وإلى الخلف ويكرر هذه الحركة بانتظام . فمثلا يتذبذب بندول ساعة الحائط ويقال إن قطعة خشب تتحرك إلى أعلى وإلى أسفل على موجات ماء بأنها تتذبذب . والموجات اللاسلكية ما هى إلا تذبذبات .

ويقاس الطول الموجى لموجة لاسلكية ، كما فى حالة موجات الصوت وموجات الماء وكل أنواع الموجات الأخرى ، من نقطة معينة على الموجة إلى نقطة مناظرة على الموجة التالية . فيكون مثلا طول المسافة من قمة على إحدى الموجات اللاسلكية إلى قمة الموجة التالية لها مساوياً لطول موجى واحد . ويسمى عدد الذبذبات التى تمر بنقطة معينة فى الثانية بالتردد . كما تسمى المسافة التى تقطعها الموجة فى الثانية الواحدة بالسرعة .

هناك علاقة رياضية محددة بين طول موجة وتردد وسرعة موجات اللاسلكى . ويعبر عن هذه العلاقة بالمعادلة البسيطة الآتية :—

طول الموجة = سرعة الموجة / التردد

وتبلغ سرعة الموجات الحرارية والموجات الضوئية وموجات اللاسلكى حوالى ١٨٦٠٠٠ ميل فى الثانية أو حوالى ٠٠٠ ٠٠٠ ٣٠٠ متر فى الثانية . ومن الشائع ، عند استخدام موجات اللاسلكى ، أن يعبر عن التردد بوحدات كيلو سيكل فى الثانية وعن طول الموجة بالأمتار . فمثلا تستخدم محطة الإذاعة اللاسلكية WABC فى مدينة نيويورك تردداً قدرة ٨٦٠ كيلو سيكل أو ٠٠٠ ٨٦٠ سيكل . فما هو طول الموجة الذى تستخدمه محطة إذاعة مدينة نيويورك الـ WABC ؟ وباستخدام المعادلة التى تعطى طول الموجة السابق اعطاؤها ، نجد أن لمحطة WABC

طول موجى = ٠٠٠ ٠٠٠ ٣٠٠ متراً / ٠٠٠ ٨٦٠ سيكل

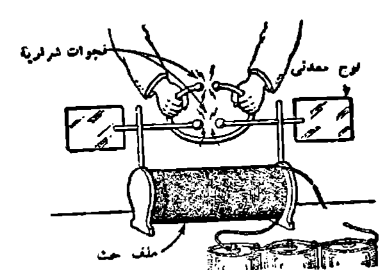
= ٣٤٩ متراً

إن موجات اللاسلكى هى موجات طويلة ويختلف طولها من عدة أمتار إلى آلاف الأمتار .

تاريخ اللاسكى

نشأ اللاسلكى الحديث من اكتشافات أكثر من عالم واحد . وقد قيل إن « اللاسلكى ولد فى معادلات رياضية » . وفى الوقت الذى حدثت فيه الحرب الأهلية الأمريكية تقريباً ، توصل جيمس كلرك مكسويل ، وهو عالم اسكتلندى ، إلى أنه يمكن إرسال كل الصور الممكنة للطاقة الإشعاعية فى الفراغ على هيئة موجات . وعلى كل حال لم يكن مكسويل عالماً عملياً . وكان على عاتق علماء آخرين أن يقوموا بتجارب لتحقيق آراء مكسويل .

وبعد ذلك بخمس وعشرين سنة ، أجرى هنريش هيرتز تجربة ملحوظة ونجح فى إرسال موجات لاسلكية فى الفراغ. إذا وصل ملف حث بلوحين معدنيين كما هو مبين فى شكل ١٦٢ . وكان اللوحان يمثلان السلك الهوائى المرسل ! . وعمل حلقة بها فتحة . ووقف فى أحد أطراف المعمل حاملا هذه الحلقة ، بينما تتكون فى طرف المعمل الآخر شرارات بين طرفى نهاية ملف الحث . وفى نفس اللحظة عبرت شرارات خلال فتحة الحلقة



(شكل ١٦٢) بدأ اللاسلكى بتجربة أجراها هيرتز . إذ تكونت شرارات بين طرفى لفة السلك عندما تكونت شرارات بين سلكى ملف الحث. وقد وصلت الموجات الكهربية الصادرة من ملف الحث إلى لفة السلك عبر المعمل

التى بين يديه . وهكذا تم الاكتشاف العظيم . وانتقلت موجات اللاسلكى من شرارة الملف (جهاز الارسال) إلى الملف الذى فى يديه (جهاز الاستقبال). وتحقق اعتقاد مكسويل بعد مضى حوالى خمسة وعشرين عاماً .

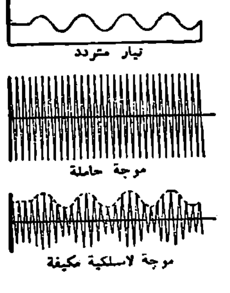
وعندما تتذبذب الكترونات إلى الأمام وإلى الخلف بسرعة كبيرة فى مادة أو فى الفراغ فانها تصبح مركزاً لاضطراب كهربى . وهذا ما يحدث فى ملف حث . ويكون الضغط الكهربى كبيراً لدرجة أنه يتغلب على مقاومة القيمة الهوائية بين طرفى الملف الثانوى . وتندفع الالكترونات عبر الفتحة بسرعة كبيرة . وحالما تتكوم فى أحد الطرفين ، ثم تبدأ فى الاندفاع فى الاتجاه المضاد وبذلك تتذبذب الالكترونات بين طرفى الفتحة . ويكون مثل هذا النوع من الاضطراب الكهربى مصدراً لموجات لاسلكية . فكر هيرتز فى إمكان استخدام هذه الموجات اللاسلكية فى الاتصال ، ولكنه لم يتمكن من عمل جهاز يمكن اختبار هذه الموجات على بعد من مصدرها . وانتظرت هذه الفكرة ماركونى ، وهو عالم تجريبى إيطالى ، ليكتشف كيف يمكن استخدام اللاسلكى لأغراض الاتصال .

إن أى شرارة كهربية تستطيع إصدار موجات إشعاعية . وترسل الشرارات فى آلة سيارة موجات يمكن استقبالها بجهاز راديو . وقد استخدمت أجهزة إرسال شرر لأعوام كثيرة فى إرسال رسائل بالشفرة . وقد سمى إرسال الإشارات اللاسلكية بهذه الطريقة بالتلغراف اللاسلكى . وكانت الموجات الصادرة باستمرار من شرر ولفترة زمنية صغيرة جداً تمثل نقطة . وكان للشرطة ثلاثة أضعاف طول الفترة الزمنية للنقطة وكان يستخدم مفتاح تلغراف للتحكم فى النقط والشرط . وفى عام ١٩٠٠ تمكن ماركونى من الاتصال عبر المحيط الأطلسى . وأرسل إشارات لاسلكية من انجلترا إلى نيوفوندلاند . وكانت تستخدم أجهزة الإرسال الشرارية فى إرسال رسائل بشفرة النقطة والشرطة فقط ، ولم تتمكن من إرسال كلام أو موسيقى .

الإذاعة اللاسلكية اليوم

إن الذبذبات التى تكون الكلام والموسيقى لمعقدة جداً . ومن المستحيل إذاعة كلام بوساطة الموجات المتكونة من شرارة فى فتحة . ولكن اليوم تنتج الموجات اللاسلكية بوساطة صمامات.

يرسل الكلام والموسيقى على أمواج حاملة . وتكيف هذه الأمواج بالصوت أو بالموسيقى عند الميكرفون . ماذا يقصد بتكييف ؟ يقصد بها ببساطة أن تتغير الأمواج الحاملة بوساطة الأمواج الصوتية الساقطة على الميكرفون فى محطة الإذاعة حيث يكون الميكرفون تياراً نبضياً كما يحدث فى مرسل التليفون . ثم يمتزج التيار النبضى مع الأمواج الحاملة الآتية من المتذبذب ، مكوناً الموجات المكيفة ذات التردد العالى . وبفحص شكل ١٦٣ ، سترى أن سعة الموجة الحاملة قد تغيرت كثيراً فى هذه العملية. وفى الحقيقة فان الموجات اللاسلكية تتذبذب على حسب



(شكل ١٦٣) مبين فى أعلى الرسم شكل موجة منخفضة التردد من الميكرفون . وفى الشكل الأوسط مبين موجة حاملة ذات تردد عال. ومبين فى الشكل السفلى موجة مكيفة حيث اندمجت الموجة الصوتية مع الموجة الحاملة

الأصوات الحادثة أمام الميكرفون فى ستوديو الإذاعة وتسمى السعة فى هذه الحالة بالسعة المكيفة أو س . م . لموجات اللاسلكى .

وعندما تصطدم الآن هذه الموجات المكيفة بسلك هوائى لجهاز راديو (مستقبل) تنشأ تيارات مترددة فى أجزاء السلك الهوائى . ويبنى المستقبل بحيث أنه يفصل الأمواج ذات التردد المسموع من الأمواج الحاملة العالية التردد وتصدر الأصوات الأصلية أمام الميكرفون البعيد .

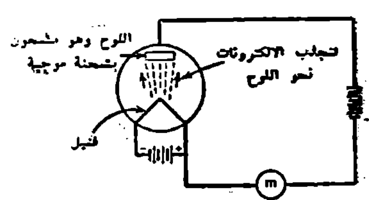
ولفهم جهاز الاستقبال (الراديو) الحديث وجهاز الإرسال الحديث ، يجب أن تفهم صمام الراديو . إذ أنه عصب الراديو الحديث .

صمام الراديو

كان مصباح التوهج (الكهربى) مقدمة لصمام مفرغ أو لصمام الراديو. وقد اخترع توماس أديسون المصباح المتوهج كما عمل أول اكتشاف يؤدى إلى اختراع صمام الراديو . فيحتوى مصباح التوهج على قطب واحد وهو الفتيل . ثم وضع اديسون قطباً ثانياً فى الصمام ويسمى باللوح . ويجب أن تفهم كيف تتأثر الالكترونات فى مادة مسخنة قبل أن تتمكن من معرفة تأثير اللوح فى الصمام .

تشع الأجسام الساخنة (أى تطلق) الكترونات . والالكترونات فى المادة فى حركة دائمة . وتنطلق بعض الالكترونات من المادة فى درجات الحرارة العادية . ولكن إذا سخنت بعض المواد فانها تشع الكترونات بسهولة تامة . أما أكاسيد عناصر الباريوم والكالسيوم والسترونشيوم فانها تشع الكترونات بسهولة فى درجات الحرارة المنخفضة . وتغطى الفتائل فى صمامات الراديو الحديثة بمخاليط من هذه الأكاسيد . هل لاحظت مرة أن الصمامات التى فى جهاز الراديو الذى تملكه يكون لها لون أحمر غير متوهج حتى إنه يصعب رؤيته ، عندما تدير جهاز الراديو ؟ فى هذه الحالة ، تطلق فتائل هذه الصمامات الكترونات بكميات وفيرة .

ما الذى يحدث فى الصمامات الثنائية ؟



(شكل ١٦٤) تنجذب الالكترونات السالبة المنبعثة من الفتيل الساخن فى الصمام الثنائى إلى اللوح المشحون بشحنة موجبة. وبذلك يمر تيار من الفتيل إلى اللوح

يبين شكل ١٦٤ أجزاء صمام ثنائى وكيف يتكون تيار بوساطته فى دائرة اللوح .

تتصل البطارية «ا» بالفتيل فى دائرة مقفلة . ويسخن تيار البطارية « ا » الفتيل. فتنطلق الكترونات من الفتيل فى جميع الاتجاهات. ويوصل لوح الصمام بالقطب الموجب لبطارية « ب » فتجـــذب الشحنة الموجبـــة التى على اللوح ، الالكترونات التى هى دقائق سالبة التكهرب ، وبذلك تعبر الالكترونات المسافة بين الفتيل واللوح . ثم تسير هذه الالكترونات خلال البطارية « ب » ثم إلى الفتيل الساخن مكملة للدائرة الكهربية .

وقد حسّن سير چون أمبروز فلمنج كفاية الصمام الثنائى بتقريب اللوح إلى الفتيل أكثر مما فعل أديسون ، كما أنه ثنى اللوح على شكل اسطوانة حول الفتيل . وبذلك جذب اللوح الأسطوانى الالكترونات المنبعثة من الفتيل فى كل الاتجاهات ، وهذا زاد جداً من شدة التيار . ولهذه الأسباب يسمى الصمام الثنائى أحياناً بصمام فلمنج .

ثم كانت الخطوة العظيمة التالية فى تقدم صمامات الراديو من الدكتور لى دى ڤررست وهو أمريكى نابه ومن كبار الرواد الذين اشتغلوا فى اللاسلكى ففى عام ١٩٠٧ ، حول الصمام الثنائى إلى أول صمام راديو حقيقى بإضافة قطب ثالث له يسمى بالشبكة . وقد كانت الإذاعة اللاسلكية مستحيلة قبل اختراع دى ڤررست هذا .

ويخدم صمام الراديو ، عندما يستخدم فى الإذاعة اللاسلكية ، فى ثلاثة أغراض .

١ — يستخدم كمتذبذب . إذ يكوّن الأمواج الحاملة العالية التردد .

٢ – يستخدم كمكيف . إذ يمزج الموجة الصوتية أو الموجة الموسيقية بالموجة الحاملة .

٣ – يستخدم لتكبير الأمواج المكيَّفة قبل أن تصل إلى المقوِّم .

تجربة ١٤٤

مم يتركب صمام الراديو ؟

أحضر صماماً تالفاً وانزع الانتفاخ الزجاجى وذلك ببرد الجزء القريب من قاعدة الصمام. لاحظ أجزاء الصمام الثلاثة وستجد أن اللوح عبارة عن رقيقة معدنية تحيط بالشبكة ، والشبكة عبارة عن ملفات من سلك رفيع محيط بالفتيل ، والفتيل وهو سلك رفيع مشدود داخل الشبكة . ويمكن رؤية هذه الأجزاء الثلاثة أحياناً فى صمام سليم عندما يسخن الفتيل . وهذه الأجزاء مبينة فى شكل ١٦٥ . كما هو مبين فى نفس الشكل رسماً يمثل صماماً ثلاثياً .

ويدل اختبارنا لصمام الراديو على أنه يتكون من انتفاخ زجاجى صغير ومفرغ تماماً من الهواء . وعلى كل حال ، فانه يصنع آلاف من الأنواع المختلفة لصمامات الراديو التى تستخدم لأغراض متنوعة وتتراوح أحجامها من الأنواع الضخمة التى تبرد بالماء المستخدمة فى محطات الإذاعة الكبيرة ، إلى الأنواع الصغيرة المستخدمة فى أجهزة الراديو المتنقلة (التى يمكن حملها والتنقل بها) . ويسمى كثير من الصمامات الموجودة فى أجهزة الاستقبال (الراديو) تبعاً لعدد الأقطاب التى بداخلها : صمام ثنائى (به قطبان) ، صمام ثلاثى (به ثلاثة أقطاب) ، صمام رباعى (به أربعة أقطاب) ، وصمام خماسى (به خمسة أقطاب).

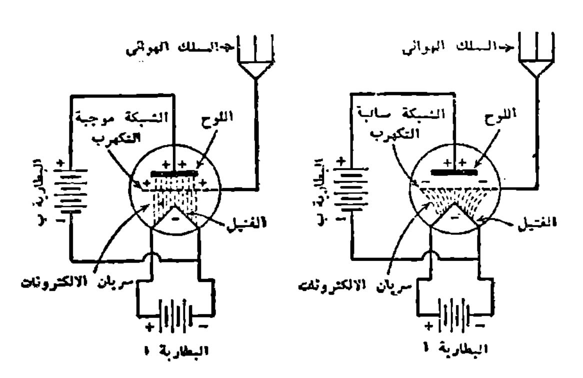
(شكل ١٦٥) ترتيب الأجزاء فى صمام مفرغ أو صمام ثلاثى. يبين الرسم العلوى كيف يمثل للأقطاب الثلاث فى دائرة كهربية

وستقتصر دراستنا فى هذا الكتاب على الصمام الثلاثى (به ثلاثة أقطاب).

ولقد رأينا أن الصمام الثلاثى يحتوى على فتيل وشبكة ولوح . ويوجد الفتيل فى وسط الصمام . ويتصل طرفا الفتيل بمسمارى تثبيت فى القاعدة . ويوجد حول الفتيل شبكة من السلك ، هى شبكة الصمام . وتعزل الشبكة عن الفتيل وتوصل إلى أحد مسامير التثبيت الصغيرة . ويحيط بالفتيل وبالشبكة قطعة دائرية من المعدن (الصلب) وهى اللوح . ويوصل اللوح بمسمار تثبيت آخر صغير فى القاعدة .

كيف يعمل صمام الراديو

ادرس شكلى ١٦٥ ، ١٦٦ أثناء قراءتك للأجزاء القادمة لتعرف كيف يعمل صمام ثلاثى . يوصل طرفا فتيل الصمام بمصدر للتيار وليكن البطارية « ا » . يسخن التيار الفتيل . يتأثر الفتيل المعدنى بشدة بالحرارة وتنبعث منه الكترونات .



(شكل ١٦٦) يبين الرسم كيف تتحكم الشبكة فى مرور التيار من الفتيل إلى اللوح . ستفهم ذلك جيداً إذا درست الرسم بعناية

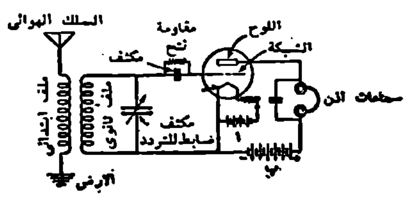
يوصل اللوح بالقطب الموجب (+) لمصدر تيار آخر ، وليكن البطارية «ب» . ولذلك فاللوح دائماً مشحون بشحنة موجبة . وبما أن الالكترونات المنبعثة من الفتيل سالبة التكهرب ، فتنجذب نحو اللوح المشحون بشحنة موجبة. وتمر الالكترونات خلال فتحات الشبكة ومنه إلى اللوح وتكمل مسيرها خلال البطارية «ب» ثم ترجع إلى الفتيل .

ما هو عمل الشبكة ؟ تتحكم الشبكة فى مرور الالكترونات من الفتيل إلى اللوح . وعندما تشحن الشبكة بشحنة سالبة تتنافر معها الكترونات الفتيل مسببة بقاءها بالقرب من الفتيل (انظر شكل ١٦٦) . وبذلك يقل التيار الذى فى دائرة اللوح . وعندما تشحن الشبكة بشحنة موجبة ، فتجذب الالكترونات وتساعدها على الوصول إلى اللوح ولذلك يزيد تيار اللوح (انظر شكل ١٦٦) .

تبنى اليوم أجهزة الاستقبال (الراديو) التى تستخدم التيار المتردد مباشرة من مصدره بالمنزل بدلا من بطاريات . وللصمامات المستخدمة فى هذه الأجهزة سخانات التى بلورها تسخن قطعة أخرى معدنية تسمى بالكاثود . ويعمل هذا لمنع « ضوضاء خافتة » تحدث فى الجهاز إذا سخن الكاثود مباشرة بتيار متردد . ويشع الكاثود الالكترونات .

جهاز الراديو بصمام واحد

يبين شكل ١٦٧ الأجزاء والتوصيلات المستخدمة فى جهاز استقبال به صمام واحد (صمام ثلاثى) . لاحظ أولا أن السلك الهوائى متصل بالملف الابتدائى لملف حث ومنه إلى الأرض . ويتصل نهايتا سلك الملف الثانوى لملف الحث بمكثف متغير أو مكثف ضابط للتردد . ويتصل أحد طرفى هـــذا المكثف بمكثف صغير ثابت السعة يسمى بمكثف الشبكة ، الذى يوصل بين طرفيه مقاومة كبيرة تسمى مقاومة نتح . ويتصل الطرف الآخر لمكثف الشبكة بشبكة الصمام . ويتصل طرف المكثف المتغير بالفتيل .



(شكل ١٦٧) الأجزاء والتوصيلات المستخدمة فى جهاز استقبال ذى صمام واحد

دعنا الآن نركيف يعمل هذا الجهاز ، تصطدم الموجات اللاسلكية التى فى الأثير بسلك جهاز الاستقبال الهرائى . وبسبب طبيعة الموجات اللاسلكية ،

ينشأ تيار متذبذب أو متردد فى دائرة السلك الهوائى – الأرضى . ويحدث هذا التيار المتردد المتذبذب فى الملف الابتدائى تياراً فى الملف الثانوى .

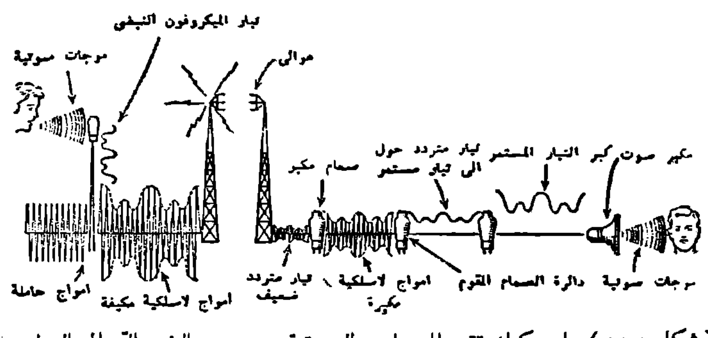
وعندما يتذبذب تيار من الالكترونات فى الملف الابتدائى ، فتتجمع الكترونات خارج الملف الثانوى على السلك المتصل بمكثف الشبكة وتصل إلى الشبكة . وتتنافر الآن الالكترونات مع الشبكة وبذلك يقل مرور الالكترونات من الفتيل إلى اللوح . وتبعاً لذلك يقل تيار اللوح . وفى الحالة الأخرى ، عندما يشحن الملف الابتدائى بشحنة موجبة ، فتجذب الالكترونات من الشبكة إلى الملف الثانوى وتقل بذلك كمية الشحنة السالبة التى على الشبكة . وبذلك تتمكن الالكترونات الآن من المرور من الفتيل إلى اللوح بسهولة أكثر ويزداد تبعاً لذلك تيار اللوح .

بذلك يسبب عمل الشبكة مرور تيار نبضى مستمر يفضى إلى سماعات الأذن وبالإضافة إلى هذا ، فان هذا التيار النبضى المستمر موافق فى النغمة مع التيار المتذبذب الذى فى دائرة السلك الهوائى – الأرضى . وبذلك ينتقل أى تغير فى شدة ذبذبات السلك الهوائى أو فى طبيعتها خلال الصمام ويحدث نفس التأثير فى دائرة اللوح . ويعمل الصمام الذى فى جهاز الاستقبال ذى الصمام الواحد عمل مقوم ومكبر .

وهناك أهمية عظمى لمقاومة النتح . إذ تتراكم بعض الالكترونات من الفتيل على الشبكة عندما تكون موجبة . فاذا سمح باستمرار ذلك ، فحالما توقف الشبكة أى الكترونات وتمنعها من الوصول إلى لوح الصمام ويقف عمل الصمام تماماً . ولكن مقاومة النتح المتصلة عبر مكثف الشبكة تهيء طريقاً لهذه الالكترونات لكى تهرب من الشبكة .

تكبير الموجات اللاسلكية

لا يكون جهاز الاستقبال ذو الصمام الواحد قوياً بحيث يستطيع تشغيل مكبر صوت . ولكن من حسن الحظ أنه يمكن استخدام صمامات الراديو



(شكل ١٦٨) هل يمكنك تتبع الموجات الصوتية من صوت البنت التى إلى اليسار خلال أجهزة الإرسال والاستقبال الى الموجات الصوتية التى يسمعها الولد الذى الى اليمين ؟

كمكبرات . فيمكن استخدام الصمامات لتكبير الموجات اللاسلكية قبل أن تدخل فى صمام التقويم . وتسمى الصمامات فى هذه الحالة . شكل ١٦٨ مكبرات للذبذبات اللاسلكية العالية ، أو يمكن استخدامها فى تكبير التيار النبضى الخارج من صمام التقويم . وتسمى فى هذه الحالة مكبرات للذبذبات سمعية .

جهاز استقبال (راديو) حديث

يستمع أغلب الناس إلى أجهزة الراديو التى لديهم . كما أنهم يندهشون لما تعمله هذه الأجهزة ، ولكن قليلا من الناس يفهم كيف تعمل هذه الأجهزة ويمكن فهم هذه الحقيقة عندما يختبر شخص الدوائر الكهربية الكثيرة والأجزاء المختلفة الموجودة فى جهاز راديو حديث . وسنقدم الآن تفسيراً مختصراً لجهاز استقبال حديث . ويمكنك معرفة المزيد عن أجهزة الاستقبال عندما تدرس علم الطبيعة .

تذيع كل محطة إذاعة موجودة فى منطقتك برامجها على أمواج حاملة ذات ترددات ثابتة . وتستخدم كل محطة إذاعة ترددا خاصاً لموجتها الحاملة مختلفاً عن الآخرين . ويستقبل السلك الهوائى فى جهاز الاستقبال الذى لديك هذه الأمواج الحاملة المختلفة ويغذى بها جهاز الاستقبال .

وبعد أن تصل جهاز الاستقبال بمصدر الكهربا ، فانك تدير مفتاحاً

لتختار البرنامج الذى تريده . وبمعنى آخر انك تختار الموجة الحاملة المرغوبة من الأمواج الحاملة الّتى يستقبلها السلك الهوائى . وتسمى هذه العملية ضبط محطة الراديو .

إذا نظرت داخل جهاز الاستقبال فستجد أن مفتاح ضبط المحطة متصل بمجموعة من المكثفات المتغيرة السعة اتصالا ميكانيكياً . فعندما تدير المفتاح ، تدور الألواح المتغيرة بين الألواح الثابتة للمكثف . وبذلك تختار بهذه الحركة المحطة الّتى تريدها .

تعمل أغلب أجهزة الاستقبال بفكرة الهترودين . وتعنى كلمة الهترودين ضربات ترددية . ويمكنك فهم معنى هذا باعتبار مثال صوتى . فمثلا تحدث شوكتان رنانتان مختلفتا التردد ضربات إذا طرقاً مع بعضهما . فمثلا إذا طرق شوكتان رنانتان ترددهما ٨٠ ، ٨٤ ذبذبة فى الثانية مع بعضهما ، فانهما يحدثان ٨٤ — ٨٠ أو ٤ ضربات فى الثانية . ويشبه ذلك فكرة الهترودين المنتشرة الاستخدام فى أجهزة الاستقبال . ولتوضيح ذلك ، عند خلط ذبذبات ترددها ١٦٠٠ كيلو سيكل فى الثانية مع ذبذبات أخرى ترددها ١١٠٠ كيلو سيكل فى الثانية ، فتنتج ضربات ترددية مقدارها ١٦٠٠ — ١١٠٠ أو ٥٠٠ كيلوسيكل فى الثانية .

اختبر معلوماتك

١ — كيف تختلف الموجات اللاسلكية عن الاشعاعات الحرارية والضوئية ؟

٢ — ما هى التحسينات الّتى قدمها هيرتز وماركونى للإذاعة اللاسلكية ؟

٣ — اشرح التعبيرات الآتية : موجة حاملة ، موجة مكيفة

٤ — ما هى أجزاء صمام ثلاثى ؟

٥ — ما عمل كل جزء من أجزاء صمام كهربى ؟

٦ — ارسم شكلا لجهاز استقبال ذى صمام واحد واشرح طريقة عمله .

المسألة الرابعة ـ ما هو التليفزيون ؟

أصبح الاتصال بمسافات بعيدة سريعاً ورخيصاً وذلك نتيجة انتشار استخدام التليفونات وأجهزة الراديو . ولقد أنتجت التجارب العلمية خلال ربع قرن مضى جهازاً هاماً وهو التليفزيون . وقد وضعت فى خلال بضع سنين ، ملايين من أجهزة استقبال التليفزيون فى المنازل ومراكز الترفيه والمستشفيات. ويمكننا الآن أن نرى حوادث تحدث على بعد أميال كثيرة ، كما نسمع أيضاً الأصوات الحادثة بالقرب من المنظر المرئى . وستعلم فى دراستك لهذه المسألة بعض مبادىء علمية عن التليفزيون .

انابيب اشعة الكاثود

يستخدم كل من مرسل التليفزيون ومستقبله أنبوبة أشعة الكاثود . ويمكن وصف أنبوبة أشعة الكاثود بأنها أنبوبة ثقيلة من الزجاج على هيئة قمع وكثير من هذه الأنابيب طولها قدم أو أكثر . انظر شكل ١٦٩ .

(شكل ١٦٩) يجب أن تفهم كيف تعمل أنبوبة أشعة الكاثود حتى تعرف كيف يتم التليفزيون

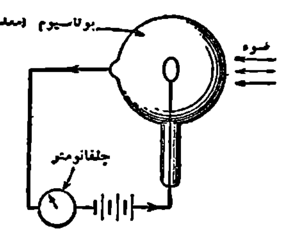
وبالقرب من قاعدة أنبوبة أشعة الكاثود يوجد ملف تسخين من التنجستن . وتحيط اسطوانة من النيكل بملف التنجستن. ويغطى طرف الأسطوانة مخلوط من أكاسيد معدنية . يسخن ملف التنجستن الساخن الأسطوانة النيكلية وتفقد طبقة الأكسيد تيار من الالكترونات يسمى حزمة الكهارب . وتتنافر شبكة سالبة التكهرب مع بعض الالكترونات وإلا كانت تترك حزمة الكهارب الموجهة خلال ثقب صغير فى الشبكة . وتجذب ألواح موجبة التكهرب ، تسمى مصاعد (جمع مصعد) ، حزمة الكهارب وبذلك تزداد سرعتها . ويسمى هذا الجزء بالمدفع الالكترونى . وبوضع لوحان مشحونان بشحنتين كهربيتين مختلفتين فى مسار حزمة الكهارب ، نجد أن الحزمة تنحرف عن اتجاهها

الأصلى . حيث أن أحد اللوحين موجب التكهرب وموضوع فوق الحزمة وبذلك يجذبها . أما اللوح السفلى فهو سالب التكهرب ويتنافر مع الحزمة . ويمكن بنفس الطريقة إحداث انحراف فى حزمة الكهارب إلى اليمين أو إلى اليسار وذلك بوضع ألواح مشحونة على يمين وعلى يسار الحزمة . ويمكن استخدام مغناطيس كهربى بدلا من الألواح المشحونة لإحداث نفس التأثير ، أى لتحدث انحرافاً حزمة الكهارب .

يمكن إحداث انحرافات سريعة لحزمة الكهارب بحيث لا يمكن لعين الإنسان تتبعها. فبتوصيل اللوحين المشحونين بتيار متردد، تتغير شحنةسطحيهما عدة مرات فى الثانية تماماً كتردد التيار. فإذا استخدم تيار متردد تردده ٦٠سيكل (دورة) ، فستنحرف الحزمة إلى أسفل ٦٠ مرة فى الثانية كما تنحرف أيضاً إلى أعلى ٦٠ مرة فى الثانية . وفى هذه الحالة ترى العين فقط خطاً رأسياً مضيئاً على الستار الفلوريسى الذى بنهاية الأنبوبة الواسعة . وإذا وصل تيار متردد تردده ٦٠ سيكل باللوحين على جانبى حزمة الكهارب المتذبذبة ، فيظهر خط أفقى مضىء على الستار الفلوريسى . وباستخدام الأربعة الألواح أو زوجين من ملفات مغناطيسات كهربية بدلا منها ، تظهر حزمة الكهارب الخارجة من المدفع الالكترونى على كل سطح الستار الفلوريسى .

العين الكهربية

يمكن تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربية . وتسمى أحياناً الخلية الكهروضوئية بالعين الكهربية ، وهى انتفاخ مفرغ ، ويتصل سلك من أحد قطبى بطارية بحلقة أو بلوح من النيكل أو البلاتين خلال جدار الأنبوبة وينفذ فى الأنبوبة سلك آخر متصل بقطب البطارية الآخر ، ويتصل بطبقة من البوتاسيوم كما هو مبين فى شكل ١٧٠ .



(شكل ١٧٠) تحول الخليـــة الكهروضوئية الضوء إلى كهربا . ادرس الجزء النظرى لتعرف كيف يتم هذا التحول

عندما يسقط ضوء على طبقة البوتاسيوم ،

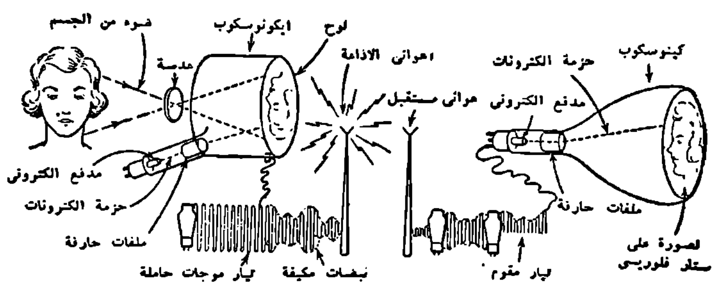
تمر الكترونات من البوتاسيوم إلى لوح النيكل . ويكثر عدد الالكترونات المارة إذا اشتد الضوء الساقط . وبهذه الطريقة تحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربية . ولا يمر أى تيار عندما تكون الخلية الكهروضوئية فى ظلام تام. ويحدث الضوء الخافت تيار ضعيف، كما يسبب ضوء شديد ساقط على طبقة البوتاسيوم تياراً أقوى ، وتتناسب شدة التيار مع شدة الضوء الساقط على الخلية . أما التيار الضعيف الناتج من سقوط ضوء خافت على الخلية ، فيمكن تكبيره بصمامات أخرى .

وهناك استعمالات كثيرة للخلايا الكهروضوئية . فيحتوى جهاز قياس شدة الضوء الذى يحمله مصور فوتوغرافى على خلية كهروضوئية . كما تعمل العين الكهربية فى محطات السكك الحديدية كمفتاح توصيل لتشغيل فاتحات أبواب . كما يمكن عد حبات الخرز والأزرار بسرعة بجعلها تنزلق بين حزمة ضوئية وعين كهربية . وكذلك يمكن عد الأشخاص أو السيارات المتحركة بين شعاع ضوئى وعين كهربية . وتستخدم العين الكهربية أيضاً فى الأفلام الناطقة كما تساعد فى قياس وقطع طول معين من قماش وتطابق الألوان وللكشف عن وجود دخان ولقرع أجراس إنذار اللصوص .

الايكونوسكوب أو جهاز الارسال الحديث

تستخدم الخلية الكهروضوئية فى جهـــاز التليفزيون . وقد استبدل المهنـــدسون الكهربيون الستار الفلوريسى الموجود فى أنبوبة أشعة الكاثود بحاجز من الميكا كما هو مبين فى شكل ١٧٢ . وتغطى أعين كهربية دقيقة أحـــد سطحى حاجز الميكا المغطى سطحه الآخر بطبقة من الفضة وتسمى الأنبوبة التى بها هذه التغيرات بالايكونوسكوب وهو جهاز يستخدم فى إرسال

(شكل ١٧١) لا تستخدم كاميرا التليفزيون أو أنبوبة الايكونوسكوب فى جهاز التليفزيون، أى فيلم . وبدلا منه ، تستقبل خلايا كهروضوئية تعبيرات المنظر



(شكل ١٧٢) تحدث الملفات الموجودة أعلى وأسفل المدفع الالكترونى بجهاز استقبال التليفزيون، تيارمن الالكترونات لتسقط على الحاجز بنفس تعبيرات المنظر الذى أمام الكاميرا

الصور فى كاميرا التليفزيون . فعندما يسقط ضوء قوى على الجسم المراد تلفزته تعكس أجزاء الجسم الفاتحة ، مثل قميص رجالى أبيض ، تعكس ضوءاً أكثر مما تعكسه الأجزاء القاتمة مثل رباط عنق أسود . وتطلق الأعين الكهربية الدقيقة الموجودة فى الايكونوسكوب الكترونات على حسب شدة الضوء الساقط عليها . وبذلك يحول الضوء الصادر من الجسم المراد تلفزته إلى عدد من الالكترونات التى تؤثر على موجات التليفزيون المرسلة إلى محطة استقبال .

الكينوسكوب أو جهاز الاستقبال الحديث

تستخدم أنبوبة أشعة كاثود أخرى فى محطة الاستقبال لتحول الطاقة الكهربية إلى طاقة ضوئية . تسقط حزمة الالكترونات على ستار فلوريسى مبين فى شكل ١٧٢ ، ويتحكم فى شدة ضوء المناطق المختلفة على الستار الفلوريسى بعدد وسرعة الالكترونات الساقطة عليها من حزمة الكهارب المتحركة بسرعة . ويسمى مثل هذا النوع من أنابيب أشعة الكاثود بالكينوسكوب. وللحصول على الصورة المرسلة بوساطة الايكونوسكوب بدقة ، يجب أن تتحرك حزم الكهارب فى الكينوسكوب والايكونوسكوب بنفس السرعة تماماً. وربما تمسح كل منهما المنظر المتلفز أربعا وعشرين مرة فى الثانية . وبسبب استمرار الرؤية فى عين الإنسان لفترة زمنية صغيرة بعد زوال الضوء ، تتجمع البقع المضيئة مكونة صورة .

ويساعد ميكروفون على إرسال تأثيرات صوتية من المنظر المتلفز. وبذلك

تتكون موجة إرسال التليفزيون من موجة ضوئية وموجة صوتية ولذلك فانك تسمع وترى فى آن واحد .

اختبر معلوماتك

١ — اذكر أسماء أجزاء أنبوبة أشعة الكاثود .
٢ — عرف : ايكونوسكوب ، كينوسكوب ، والعين الكهربية .
٣ — اشرح تركيب خلية كهرو ضوئية .
٤ — كيف تحول طاقة ضوئية إلى طاقة كهربية ؟
٥ — كيف تحول طاقة كهربية إلى طاقة ضوئية فى جهاز التليفزيون ؟
٦ — اذكر خمسة استعمالات للخلايا الكهروضوئية .

الاتصال والطاقة

يختص العلم الحديث للالكترونات بالتحكم فى الالكترونات . ولقد تحققت أشياء غريبة بالتحكم فى الالكترونات فى الأجهزة الحديثة المستخدمة فى الاتصال .

لقد كان أول مصباح متوهج عبارة عن صمام كهربى . وقد صمم ليحول فقط الطاقة الكهربية إلى طاقة ضوئية . وعندما اكتشف أن فتيل مصباح التوهج الساخن يطلق الكترونات ، أمكن استنباط الصمام الكهربى والخلية الكهروضوئية وأنبوبة التليفزيون وذلك بالتحكم فى الطاقة الكهربية .

لقد عرفت فى هذا الفصل أن الطاقة الكهربية والطاقة الضوئية والطاقة الميكانيكية تتجمع كلها لإرسال موجات صوتية . وبذلك فنحن نهيىء طريقة حياتنا لتشمل استخدام أجهزة جديدة للاتصال السريع .

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الأولى

تستخدم فى جهاز التلغراف شفرة النقطة والشرطة لإرسال الرسائل .

يحتاج جهاز التلغراف السلكى مغناطيسياً كهربياً لعمل نقط وشرط ، التى هى فترات زمنية بين تقطعات تيار كهربى .

لا تحتاج أجهزة التلغراف الحديثة إرسال رسالة باليد ، بل ترسل وتستقبل الرسائل أوتوماتيكياً .

يحتاج إلى مفاتيح توصيل مغناطيسية فى الاتصال البعيد المدى لقفل دوائر كهربية محلية .

المسالة الثانية

لا يرسل التليفون الصوت مباشرة على الأسلاك .

يستخدم مرسل التليفون موجات الصوت ليتحكم فى تيار كهربى ، ثم يحول التيار الكهربى إلى صوت فى مستقبل التليفون .

المسالة الثالثة

تنشأ الموجات اللاسلكية بتيار متردد .

تقاس الموجات اللاسلكية بالأمتار . ويقاس طولها الموجى المستخدم فى محطة إذاعة بوساطة اللجنة الاتحادية للاتصال . ويسمى عدد الموجات فى الثانية بالتردد .

وتستخدم الأمواج اللاسلكية القصيرة الطول ، التى يقل طول موجتها عن مائتى متر ، فى أقسام البوليس وفى الاتصال بين السفن والأرض ، كما يستخدمها هواة اللاسلكى .

تتحول الموجات الصوتية إلى موجات كهربية فى محطات الإذاعة ، وتتولد الموجات اللاسلكية عالية التردد من جهاز إرسال يبعد عادة عدة أميال عن دار الإذاعة.

تستخدم الصمامات الكهربية فى أربعة أغراض . فبعضها يقوم تيارات كهربية ضعيفة وبعضها يكبرها . كما يمكن تحويل تيار متردد إلى تيار مستمر بوساطة صمامات كهربية خاصة . وكذلك تنتج موجة لاسلكية مكيفة بوساطة صمام كهربى .

يحول جهاز الراديو (المستقبل) الموجات الكهربية إلى صوت .

المسألة الرابعة

تستخدم أنابيب أشعة الكاثود مغناطيسات كهربية أو ألواح مشحونة لاحداث انحراف فى مسار حزمة الكترونات .

تحول خلية كهروضوئية طاقة ضوئية إلى طاقة كهربية .

يتأثر ايكنوسكوب جهاز التليفزيون بالتيارات الكهربية التى تتغير بتغير شدة الضوء ، ثم تكبر التيارات الكهربية وترسل بوساطة أسلاك ثم ترسل فى الأثير بوساطة موجات لاسلكية .

تسمى أجهزة استقبال التليفزيون بالكينوسكوبات وهى صمامات كهربية كبيرة تحتوى على ستار فلوريس يبين نفس المنظر كالذى على الايكنوسكوب .

تكبر الموجات الصوتية الساقطة على ميكرفون قريب من منظر متلفز ، ثم يرسل إلى الأثير مع الصورة . وبذلك فنحن نرى ونسمع كل تفاصيل المنظر .

أسئلة للمناقشة

١ ــ كيف تستخدم المغناطيسات فى ارسال الرسائل تلغرافياً ؟ وتليفونياً ؟ وبوساطة التليفزيون ؟

٢ ــ ما هى الاكتشافات التى مكنت عمل التلغراف والتليفون ؟ واذكر اسم صاحب كل اكتشاف .

٣ ــ لماذا يكون لكل محطة اذاعة طول موجة معين ؟

٤ ــ لماذا تحتاج دائرة تلغراف بسيط إلى مفتاح ؟

٥ ــ كيف تنتج موجات اللاسلكى ؟

٦ ــ ما هو المقصود بـ « تردد » موجات لاسلكية ؟

٧ ــ اذكر فى جملة واحدة الفكرة الأساسية العلمية المستخدمة فى مرسل التليفون .

٨ ــ اشرح ماذا يحدث عندما تتكلم أمام مرسل التليفون .

٩ ــ ماذا يقصد « بالاتصال بموجة قصيرة » ؟

١٠ــ كيف تتحكم الموجات الصوتية فى مرور تيار كهربى ؟

١١ــ كيف يحول تيار كهربى إلى موجات صوتية ؟

١٢ــ كيف يصمم صمام كهربى ؟ واذكر أسماء الذين ساعدوا على تحسينه .

تمرين على حل المسائل

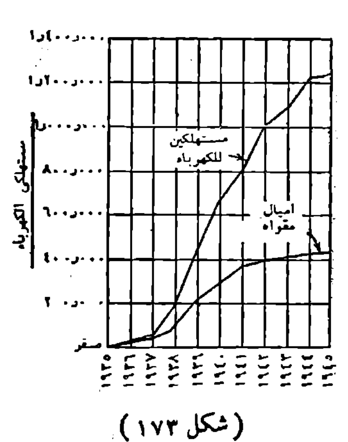
إن العواصف الثلجية نادرة فى تكساس . وعندما بدأ نزول المطر فى منتصف ليلة ٢٦ فبراير ، لم يتوقع بعض الفلاحين الذين كانوا مستيقظين فى دنتون كونتى حدوث الأضرار التى وقعت بالنهار فى اليوم التالى . فقد كان كثير من الحواجز المغطاة بالجليد على الأرض لمسافات بعيدة . وكذلك سببت الريح الآتية من الشمال انفعالا كبيراً على الخطوط التليفونية والخطوط الكهربية التى تصل شرق المدينة بغربها . وحتى الظهيرة ، كان كثير من أعمدة أسلاك التليفونات قد كسرت وتقطعت أسلاكها .

قالت مسز ستار لزوجها « يجب أن نشترى جهاز راديو لنعلم بالتحذيرات من تغيرات الطقس السريعة » ثم أضافت « وعلى الأقل لنعرف أنه يجب حلب البقر باليد حينئذ » ؟

فرد عليها مستر ستار « ونستطيع إشعال المواقد التى فى مساكن الدواجن أيضاً » .

قدرت جوليا ستار العمل الإضافى الذى يجب أن تعمله عندما ينقطع التيار الكهربى . ولا تستطيع الذهاب إلى المدرسة فى مثل هذه الأيام لأن والدتها ووالدها يحتاجون لمساعدتها فى رعاية حيوانات المزرعة ثم قالت : « كم من الأعمال توفرها علينا الكهربا » .

وبعد ذلك ببضعة أيام ، رأت جوليا نسخة من أخبار كهربة المناطق الزراعية فى حجرة العلوم . وكان يشغل الرسم المبين فى شكل ١٧٣ صفحة كاملة .



(شكل ١٧٣)

اختر من قائمة التعبيرات الآتية التعبيرات التى تعتقد أنها معقولة

١ — عدد الأشخاص الذين يستخدمون الكهربا فى دنتون كونتى الآن أكبر من عددهم فى عام ١٩٣٥ .

٢ — عدد المستخدمين للكهربا أكبر من كل سكان دنتون كونتى .

٣ — مجلة أخبار كهربة المناطق الزراعية نافعة .

٤ — قد ازداد عدد المستهلكين للكهربا أسرع من زيادة طول الخطوط الكهربية الممتدة مقدرة بالأميال .

٥ — مبين فى الرسم البيانى أن عدد المستهلكين فى السنة الماضية كان أزيد من ستة عشر ضعفاً لعدد المستهلكين قبل ذلك بثمان سنوات .

اختر من التعبيرات الآتية التعبيرات التى تحقق التعبير أو التعبيرات التى اخترتها من القائمة السابقة :

١ — عادة ما تطالب الفلاحين بدفع تكاليف من الخطوط الكهربية التى تمدهم بالكهربا .

٢ — عدد الفلاحين الذين يستخدمون الكهربا أكبر من البريد الذى يوزع بالمجان .

٣ — حلت مصابيح الإضاءة الكهربية محل مصابيح البترول والمصابيح الغازية فى حوالى نصف المساكن التى فى المناطق الزراعية بأمريكا .

٤ — يحتاج الفلاحون إلى أجهزة الراديو بنفس درجة احتياج الذين يعيشون فى المدن .

٥ — كان نمو جمعية كهربة المناطق الزراعية بطيئاً فى أول الأمر .

٦ — مد فى عام ١٩٤٥ حوالى ٤٠٠٫٠٠٠ ميل من خطوط كهربية بأعمدتها .

٧ — كان عدد المستهلكين فى عام ١٩٣٧ حوالى ٧٥٠٠٠ .

٨ — فى عام ١٩٤٥ كان أكثر من ١٢٠٠٫٠٠٠ مستهلك يستخدم الكهربا .

٩ — لا يكون جهاز الراديو نافعاً فى مزرعة ما لم يكن بها كهربا .

١٠— مد ١٢٫٥٠٠ ميل من الخطوط الكهربية فى عام ١٩٣٧ فقط .

١١— يحتاج الفلاحون فى كل مقاطعة إلى طاقة كهربية .

١٢— يساعد التيار الكهربى الناس الذين يعيشون فى القرى .

١٣
الانتقال من مكان الى آخر

يعرف كثير من الأولاد والبنات من دراستهم لعلم التاريخ أن جورج واشنجطن استغرق يومين فى السفر من نيويورك إلى فيلادلفيا . وتقطع الطائرات الآن المسافة بين هاتين المدينتين فى أقل من عشرين دقيقة .

وقد تغيرت وسائل النقل كلية خلال الـ ١٥٠ عاماً الماضية ، فالقطارات تعبر القارة فى أمان خلال شبكة من الخطوط الحديدية . كما توصل بواخر المحيط الأجزاء الساحلية بالأجزاء الأخرى من العالم ، حاملة الناس والبضائع . وكذلك تزدحم الطرق بالسيارات واللوريات . وتبين وسائل النقل الحديثة أثر كثير من الاكتشافات العلمية .

المسائل التى سوف نعالجها

١ – كيف تسافر براً ؟

٢ – كيف تسافر بحراً ؟

٣ – كيف تسافر جواً ؟

المسألة الأولى – كيف تسافر برا ؟

مع أن الولايات المتحدة أحد البلاد الكبيرة فى العالم ، إلا أنها أيضاً من أسهل البلاد التى يمكنك السفر خلالها . ويسكن كثير من الناس حيث يتمكنون من سماع القطارات المارة ومن رؤية السيارات واللوريات المنطلقة فى الطرق المرصوفة . ويمكن ، إذا لزم الأمر ، أن تحمل وسائل النقل عندنا كل سكان الولايات المتحدة فى آن واحد . ولا توجد بلد أخرى لها مثل الطرق المعتنى بها جيداً كالتى فى بلدنا .

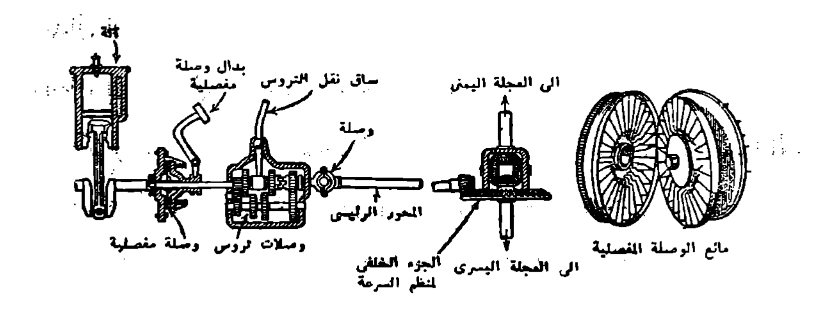
الطرق

كانت الطرق وعرة جداً فى ابتداء نشأة بلدنا . وينص قانون جمعية تحسين الطرق الصادر فى عام ١٩١٦ على أن كل من الجمعية وحكومات الولايات تساهم بالنصف فى تكاليف بناء طرق لنقل البريد . وقد كان قليل من الطرق المستخدمة فى عام ١٩١٦ صلبة السطح . وكانت ترص جذوع الأشجار بعضها بجوار بعض فى كثير من الطرق لجعلها صالحة الاستعمال خلال العام . وقد كانت هذه الطرق وعرة جداً حتى انها كانت تسمى طرق « جذوع الشجر فوق أرض اسفنجية » .

وقد كان أول من أدخل الطرق الحديثة المستخدمة فى رصف الطرق رجل اسكتلندى اسمه جون ماك آدم . وكانت تمسك قطع الحجارة الصغيرة بعضها ببعض بوساطة أسمنت طبيعى من تراب الصخور والماء . وكان الطريق مرتفعاً فى الوسط عن الجانبين ببضع بوصات حتى تنصرف المياه إلى البالوعات بسرعة . وكان ماك آدم أحد بنائى الطرق الأولين الذين يعتقدون أن وزن العربة تحمله الأرض نفسها . وقد بنى طرقاً سمكها يقل عن قدم واحدة ولكنه أصر على أن تحفظ التربة التى تحتها جافة . ولتسهيل صرف المياه فى البالوعات ولتقليل الأتربة ، كانت أسطح الطرق تغطى بطبقة من القار الساخن وتسوى حتى تكون ملساء . وتسمى مثل هذه الطرق والشوارع بأسطح ماك آدم (المكدام) . ويخلط عادة القار الساخن والأسفلت مع الحصى قبل أن يغطى به سطح طريق مكون من كتل صخرية كبيرة .

ولعلك قد رأيت طرقاً ترصف بالأسمنت المسلح . وآلات كبيرة لخلط الأسمنت المسلح مثبتة على جرارات أو لوريات . وترصف الطرق هذه الأيام باستخدام كثير من الآلات الأخرى . ويدفع الجزء الأكبر من تكاليف رصف الطرق من أموال الضرائب على الجازولين ومن ضريبة رخص السيارات واللوريات .

ربما تكون منتظراً بفارغ الصبر ذلك اليوم الذى تقود فيه سيارة . ولذلك



(شكل ١٧٤) تنقل الوحدات الناقلة فى السيارة ، الطاقة المتولدة فى الأسطوانات إلى العجلات الخلفية

يجب أن تتعلم شيئاً عن الأجهزة التى تتحكم فى تشغيلها . افحص جيداً فى المرة القادمة ، عندما ترى سيارة على جهاز التشحيم فى محطة بنزين ، السطح السفلى للسيارة . وربما يساعدك الميكانيكى لتتبع علبة وصلة التروس ومنظم السرعة . وكذلك اختبر الأنابيب الصغيرة الممتدة إلى الأربع العجلات . انها تحتوى على سائل ، وهو جزء هام فى جهاز الفرملة .

الوصلة المفصلية

تنتقل الطاقة من الآلة إلى العجلات الخلفية خلال الوصلة المفصلية ووصلة التروس ومنظم السرعة ويحتاج إلى قوة أكبر لبدء تحريك سيارة عن القوة اللازمة لحفظها متحركة . ومن الضرورى توصيل الآلة أثناء دورانها بالعجلات الخلفية عندما تكون ساكنة وذلك يحدث بوساطة الوصلة المفصلية .

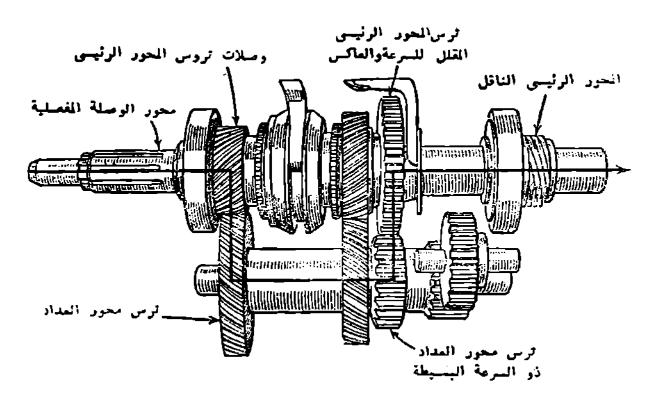
وللوصلة المفصلية عادة مجموعتان من ألواح الاحتكاك . ويتصل أحد الألواح بمرفق (كرنك) الآلة ويتحرك عندما تكون الآلة دائرة ، ويتصل اللوح الآخر بالعمود الذى يدور مع وصلات التروس . ويثبت لوحا الاحتكاك مع بعضهما جيداً بوساطة زنبرك . ويبعد السائق اللوحين عن بعضهما وذلك بدفع بدال الوصلة المفصلية إلى أسفل وبذلك تكون طاقة الآلة غير متصلة بوصلات التروس أو بالعجلات الخلفية . وعندما يرفع السائق قدمه تدريجياً

عن بدال الوصلة المفصلية ، فانه يسمح بذلك للزنبرك أن يقرب اللوحين من بعضهما . وعندئذ تبدأ السيارة فى التحرك .

وكثير من السيارات الحديثة ليس لها بدال وصلة مفصلية . وبعضها الآخر له بدال وصلة مفصلية ولكن ليس بها ألواح احتكاك . ولكن ، بدلا من ألواح الاحتكاك ، يوجد بها عجلتان مسننتان موضوعتان متقاربتان فى وعاء مملوء تقريباً بالزيت . وتنتقل الطاقة من إحدى العجلات الدائرة إلى أسنان العجلة الأخرى بوساطة الزيت ، ويسبب دورانها .

وصلات التروس

تضبط سرعة السيارة إلى سرعة آلتها بوساطة وصلات تروس . عندما



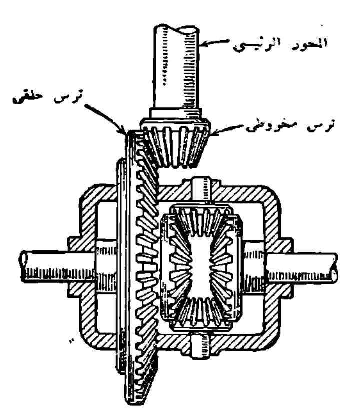
(شكل ١٧٥) وصلات تروس . طارات التروس غير متساوية الأقطار .
يتحرك ترس على محور العداد لتتشابك أسنانه مع أسنان المحور الرئيسى لضبط
سرعة السيارة إلى السرعة المناسبة

تتداخل أسنان طارتى ترسين لهما نفس عدد الأسنان . فيدوران بنفس السرعة . وإذا لم تكن لهما نفس عدد الأسنان ، فان الترس ذا الأسنان الأقل يدور أسرع . أما فى الترس الخافض والعاكس فان محور الدوران الرئيسى يدور ببطء أكثر من مرفق (كرنك) الآلة ، وبذلك تكتسب قوة على حساب السرعة . ويعمل الترس المحرك المتصل بمرفق الآلة حوالى ثلاث دورات ونصف دورة لكى يدور المحور الرئيسى دورة واحدة . وفى ترس ثانى سرعة

يدور مرفق الآلة بسرعة مقدارها حوالى ١$\frac{3}{4}$ مرة قدر سرعة المحور الرئيسى . وتزيد مجموعة تروس ثانى سرعة من سرعة السيارة ولكن الفائدة الآلية أقل فى ترس ثانى سرعة من الترس الخافض وذلك لأن عدد أسنان التروس المتداخلة متساو تقريباً . أما فى الترس العالى فان المحور الرئيسى يدور بنفس سرعة دوران المرفق حيث أن التروس المتداخلة لها نفس عدد الأسنان . ولكثير من السيارات الحديثة أجهزة نقل تروس أوتوماتيكية .

منظم السرعة

تدور العجلات الخلفية بنفس السرعة ما دامت السيارة متحركة فى خط مستقيم سواء إلى الأمام أوإلى الخلف . أما فى طريق منحن ، فيجب أن تدور العجلة الخلفية عند خارج المنحنى أسرع من العجلة الخلفية عند مدخل المنحنى . ويوجد بين العجلتين الخلفيتين من أربعة إلى ستة تروس تنقل طاقة الآلة إلى العجلة ذات المقاومة الصغيرة المراد التغلب عليها . وتسمى مجموعة هذه التروس بمنظم السرعة. وبدون منظم السرعة، تنزلق العجلة الخلفية عند خارج المنحنى حيث أنها يجب أن تتحرك مسافة أكبر من التى تتحركها العجلة الخلفية الأخرى فى نفس الزمن .



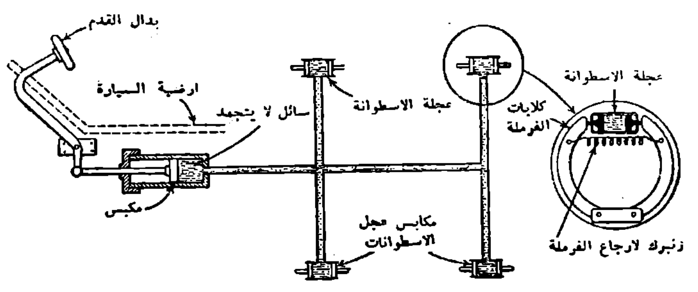
(شكل ١٧٦) وصلات تروس لاختلاف السرع. ينقل المحور الرئيسى قوة بواسطة وصلات تروس منظم السرعة إلى العجلات الخلفية . يمكن منظم السرعة العجلتين الخلفيتين من أن تدورا مستقلين

تنغرس أحياناً سيارة فى الطين حتى إذا كانت إحدى العجلتين الخلفيتين ترتكز جيداً على رصيف . وينقل منظم السرعة طاقة إلى العجلة التى فى الطين، ولكنها تدور حول نفسها لعدم وجود قوة احتكاك كافية لدفع السيارة .

الفرامل

هناك خمسة أنواع للفرامل المستخدمة فى السيارة واللوريات وهى : فرامل هيدروليكية ، ميكانيكية ، هوائية ، مفرغة ، وكهربية . ومعظم

السيارات مجهزة بأجهزة فرامل هيدروليكية . ففى هذا النوع من الفرامل ، عندما يجذب بدال الفرملة إلى أسفل ، فانه يضغط على السائل الموجود فى اسطوانة رئيسية . ثم ينقل هذا الضغط بوساطة السائل الموجود خلال أنابيب إلى اسطوانة رفيعة المقطع فى جهاز الفرملة بكل عجلة من العجلات الأربع. ويوجد فى جهاز الفرملة قرص فرملة يدور مع العجلة . كما توجد قطع دائرية بداخل قرص الفرملة أصغر قليلا من قرص الفرملة وتسمى بكابلات الفرملة . وتثبت كابلات الفرملة على محور ولا تدور أثناء دوران العجلات . وتوجد بطانة الفرملة بين الكلابة والقرص ، وهى مثبتة فى كلابات الفرملة . وعندما تحرك بدال الفرملة إلى أسفل ، يدفع الضغط الهيدروليكى الذى فى اسطوانات العجلة يدفع الكلابات على قرص الفرملة وبذلك يقلل الاحتكاك بين البطانة والقرص سرعة المركبة .



(شكل ١٧٧) جهاز فرامل هيدروليكى . تتضاعف قوة صغيرة مؤثرة على بدال القدم وتنتقل بوساطة السائل الذى فى الأنابيب إلى فرامل العجلة

وتستخدم أسلاك غليظة وقضبان فى جهاز الفرملة الميكانيكى لنقل القوة من بدال القدم إلى كلابة الفرملة . وتعمل الفرامل الهوائية بوساطة مكبس يعمل بهواء مضغوط يمر فى أنابيب مطاطية مرنة . ويدفع زنبرك قوى المكبس إلى الخلف عندما يترك بدال الفرملة . وربما قد سمعت صوت اندفاع الهواء مباشرة بعد وقوف قطار أو بعد وقوف لورى ثقيل عند مفترق الطرق .

وستعرف عوامل أخرى للتحكم فى قيادة السيارة عندما تقودها بنفسك . وستجد فى الفصل السادس والعشرين بعض الإرشادات لتساعدك فى تعلم القيادة بمهارة وباطمئنان .

تؤثر السيارة على نظم حياتنا

لقد غيرت السيارة نظم حياة كثير من الناس فى الولايات المتحدة منذ حوالى عام ١٩٢٠ . فلقد غيرت مثلا المجتمع الذى يعيش فى المناطق الزراعية فى نواح عديدة . فحتى عام ١٩٢٠ كان مرض شخص يعيش فى المناطق الزراعية مشكلة كبيرة . وكان سقوط مطر غزير أو سقوط الجليد بكثرة كان يؤخر وصول الطبيب عدة ساعات .

وكان كثير من العمليات تجرى فى مطابخ المزرعة . وكان يعتنى بمرضى الالتهاب الرئوى فى المنازل لأن نقلهم إلى المستشفى كان صعباً . فى حين أن المنازل الريفية كانت غير صحية كما يجب ، ولم يكن التمريض مهنياً ولذلك كانت الوفيات كثيرة . أما اليوم ، فانه يمكن نقل المريض حيث كل وسائل العلاج والطمأنينة فى متناول اليد كبنك دم وأكسجين وجهاز أشعة اكس .

ويقود الآن مبعوث متمرن خريج كلية زراعية سيارة ليعرض تجارب لحفظ الأغذية فى علب أو عيادات صحية أو مدارس تعليم فن الطبخ أو تأثيث المنزل وبرامج زراعة الحديقة . وتقود ربات البيوت السيارات إلى مثل هذه الاجتماعات .

إن سيارة المزرعة هى سيارة عمل . ويحرث الرجال ويزرعون ويحصدون المحصولات بآلات . وتعمل عربة المسافر رحلات عديدة إلى محلات الحدادين وإلى محلات البيع بالمزرعة لشراء أجزاء الآلات وما يحتاج إليه من الأشياء . كما تنقل سيارة المزرعة البيض والفاكهة والدواجن ومنتجات الألبان إلى الأسواق.

وقد كانت التغيرات فى حياة المدن كثيرة خلال السنوات التى ازداد فيها شراء السيارات من عشرة ملايين سيارة إلى أكثر من أربعين مليون سيارة . وقد فكرت المجالس البلدية فى عمل شوارع أعرض ذات أفاريز وإشارات مرور وقواعد للمرور . وقد انتقل الناس من المنازل الكثيرة المتقاربة القريبة من مصنع ما أو من جوار شارع للسيارات مؤدى إلى المصنع وانتقلوا إلى ضواحى

المدن . وقد فتحت المحلات التجارية الكبرى فروعاً لها فى الضواحى مقدمة مكاناً لوقوف السيارات بالمجان بالقرب من محلاتها التجارية .

وقد بنيت المحلات التجارية والأسواق الراقية ومحطات البنزين ومحلات بيع السيارات ودور السينما والكنائس والمدارس بسرعة فى هذا المجتمع الآخذ فى النمو .

وتستأجر عائلة كاملة سيارة رحلات طويلة فى الإجازة . ويركب الغنى والفقير فى سيارات تجرى على نفس الطريق .

وتستخدم صناعة السيارات وبيعها وصيانتها ملايين من الموظفين . وكثير منها أعمال تجارية صغيرة كأماكن تنظيف السيارات ومحلات تصليح السيارات . وكثير من الأعمال المجيدة كالخدمات وسبل الراحة التى تساعد فى رفع مستوى المعيشة ترجع إلى المركبات الموتورية . فيركب ملايين الأطفال يومياً أوتوبيسات المناطق الزراعية للذهاب إلى مدارس أرقى . وأما اللوريات الخاصة بتصليح الخطوط التليفونية ولوريات نقل البريد وسيارات المكتبات المتنقلة ، إلا بعض المركبات التى تجرى على الطرق .

القطارات والأوتوبيسات

منذ أقل من نصف قرن ، استخدم الناس السكك الحديدية فى تنقلاتهم البرية . ويسافر اليوم آلاف من الناس فى رحلات طويلة فى أوتوبيسات حيث أن الانتقال بالأوتوبيسات نظيف وسريع ورخيص . ولقد أدى التنافس بين القطارات والأوتوبيسات إلى تقدم كبير فى السفر بالسكك الحديدية . وتجد أن القطارات الحديثة انسيابية وسريعة ونظيفة . وتمد آلات الديزل ، التى تعمل باشتعال البترول ، الطاقة ويمكن التحكم فيها بسهولة . كما أن الأوتوبيسات التى تربط المدن بعضها ببعض تكون عادة مكيفة الهواء .

عندما تفكر فى السكك الحديدية ، ربما تفكر فى قطارات الركاب فى أول الأمر . ولكن ربما تكون قد رأيت ساحات الشحن وأرصفة الشحن بجوار

السكك الحديدية . ولعلك رأيت كذلك صناديق الآلات الكبيرة وهى تحمل على عربات سكة حديد مسطحة . وربما قد اضطررت للانتظار عند مزلقان السكة الحديد حتى تمر عربات فحم كثيرة . وتستخدم السكك الحديدية عربات مبردة (ثلاجات) لنقل الأطعمة القابلة للتلف . كما تحضر السكك الحديدية المواد الخام للمصانع وتنقل المنتجات بعد صنعها . وقد ساعدت السكك الحديدية فى الأيام الأولى لبلدنا من فتح الغرب والاستقرار فيه والرقى به . وما زالت إلى الآن احدى وسائل النقل الحيوية .

اختبر معلوماتك

١ – كيف حسنت الطرق فى الولايات المتحدة ؟

٢ – اشرح كيف يتحكم سائق سيارة أو سائق لورى فى نقل الطاقة باستخدام وصلة مفصلية .

٣ – اذكر أسماء أجهزة الفرامل المستخدمة فى السيارات واللوريات .

٤ – عرف : قرص الفرملة ، كلابة الفرملة ، وبطانة الفرملة .

٥ – كيف تحسن الانتقال بالأوتوبيس وبالقطار ؟

المسألة الثانية – كيف تسافر بحرا ؟

يختلف حجم وشكل السفن التى تمخر عباب الماء أكثر من المركبات التى تسير على الأرض . فينتقل قارب عريض مسطح فى الأنهار والقنوات وعبر البحيرات وبين موانىء المحيط . وترتفع قوارب السباق الشراعية ذات الصوارى المرتفعة جداً فى الماء بزاوية يظن غالباً أنها خطرة . وتقوم بواخر المحيطات الكبيرة برحلات منتظمة من قارة إلى أخرى . كما تحرك السفن التجارية التى تزن آلاف الأطنان بوساطة آلات ديزل أو تكون مجهزة بتربين دائر بسرعة فائقة .

قاعدة أرشميدس

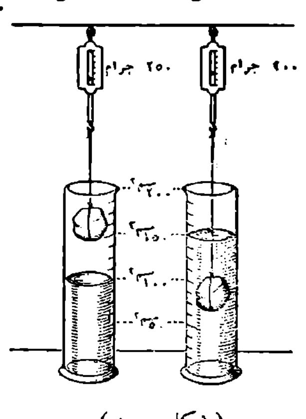
لكى تفهم لماذا يمكن السفر بحراً ، يجب أن تعرف أسباب طفو بعض الأجسام وأسباب انغمار بعضها الآخر . وقد وجد تعليل ذلك ارشميدس وهو

عالم رياضى يونانى عاش منذ ٢٢٠٠ سنة مضت . وقد اكتشف أنه عندما يطفو جسم أو ينغمر فى الماء ، فانه يجذب إلى أعلى بقوة مساوية لوزن الماء المزاح . ويسمى هذا التعبير بقاعدة ارشميدس . وستساعدك التجربة التالية لفهم هذه القاعدة .

تجربة ١٤٥

هل يفقد الجسم بعض وزنه عندما ينغمر تحت الماء ؟

علق قطعة حجر صغيرة فى ميزان زنبركى وعين وزنها بالجرامات .



(شكل ١٧٨)

صب ماء كافياً فى مخبار حتى يغطى الحجر تماماً بدون أن ينسكب من المخبار . قس حجم الماء بالسنتيمترات المكعبة . اخفض الحجر تدريجياً فى الماء إلى أن يغمر تماماً . عين وزنه ثانياً . ما هو النقص الظاهرى فى وزن الحجر ؟ والآن عين قراءة المخبار . كم من السنتيمترات المكعبة من الماء أزاحتها الحجر ؟ احسب الآن وزن الماء المزاح (١ سم^{3} من الماء يزن ١ جم) . ما هو نسبته إلى النقص الظاهرى فى وزن الحجر عندما غمرت ؟

ظهر أن الحجر قد قل وزنه عندما غمر فى الماء ؛ لأن الماء دفعه إلى أعلى. وتسمى هذه القوة العلوية للسائل بالدفع . وقد رأيت فى تجربتك أن دفع الماء كان مساوياً لوزن الماء المزاح . وكلما كبر حجم الماء المزاح ، كبر وزنه ، وبذلك يزداد الدفع .

وستساعدك التجربة التالية لفهم سبب طفو الأجسام الثقيلة كالقوارب مثلا .

تجربة ١٤٦

لماذا كان شكل الجسم الطافى مهما ؟

اعمل كرة مصمته من قطعة رقيقة من الرصاص (أو الألومنيوم) ثم اسقطها بلطف فى وعاء مملوء جزئياً بالماء . اخرج الكرة من الماء وسطحها

واثنى أطرافها قليلا إلى أعلى ثم انزل « قاربك » إلى سطح الماء . هل يمكنك تفسير انغمار الكرة وطفو « القارب » ؟

عندما كانت قطعة الرصاص الرقيقة على شكل كرة ، فلم تزح كثيراً من الماء . وكان وزن الماء الذى أزاحته أقل من وزن الرصاص . وبذلك لم يكن دفع الماء كثيراً بدرجة كافية لدفع الكرة إلى أعلى سطح الماء . وعندما شكلت قطعة الرصاص على شكل « قارب » بسيط ، كان حجم « القارب » أكبر من حجم الكرة ، وبذلك أزاح « القارب » ماء أكثر مما أزاحته الكرة . ولما كان حجم الماء المزاح يزن أكثر من وزن الرصاص ، فان دفع الماء سبب طفو « القارب » وتبنى السفن بحيث تزيح ماء كافياً يحفظها بحمولاتها طافية .

الغواصة

يمكن للغواصة ، كما تعلم ، أن تبقى تحت سطح الماء أحياناً ، وتطفو فى أغلب الأوقات . وعند انغمارها تحت الماء ، تقفل جميع الفتحات التى على سطحها ويدفع ماء المحيط بداخلها فى خزان . وعندما يزداد وزنها عن وزن الماء المزاح بها ، فانها تنغمر تحت سطح الماء .

يزداد ضغط الماء كلما زاد العمق ، وبذلك ربما تنطبق غواصة إذا استقرت على قاع محيط عميق . ولكى تطفو على السطح ، يطرد ماء المحيط من الخزان بوساطة هواء مضغوط . وتساعد زعانف الغواصة الخارجية فى ميل مقدمتها إلى أسفل عندما تنغمر وتنعكس الزعانف عندما تطفو . وتحرك الغواصة ، عندما تكون على سطح الماء ، آلات ديزل ، كما يحركها وهى تحت سطح الماء موتورات كهربية تحصل على طاقتها من بطاريات مركمية كبيرة . وتشغل آلة الديزل مولداً كهربياً يشحن البطاريات عندما تكون الغواصة على سطح الماء .

وللغواصات الحديثة أجهزة تمكنها من البقاء تحت الماء لمدة شهرين . وهذا الجهاز عبارة عن أنبوبة مفتوحة تمتد إلى عدة أقدام فوق الغواصة .

وتتحرك الغواصة فى عمق يحفظ طرف الأنبوبة العلوى فوق سطح الماء مباشرة . ويدفع خلال هذه الأنبوبة الهواء النقى إلى داخل الغواصة كما تدفع الغازات غير المرغوبة بوساطة مضخات إلى خارج الغواصة من نفس الأنبوبة . ويسمى جهاز التنفس هذا بالسنوركل .

اختبر معلوماتك

١ — لماذا يظهر جسم أنه يزن فى الماء أقل من وزنه فى الهواء ؟

٢ — اذكر قاعدة ارشميدس .

٣ — لماذا تنغمر وتطفو الأجسام فى الماء ؟

٤ — كيف تغوص الغواصة وكيف تطفو على سطح الماء ؟

٥ — كيف تتحرك الغواصة فوق سطح الماء ؟ وكيف تتحرك وهى تحته ؟

المسألة الثالثة — كيف تسافر جوا ؟

ترجع رغبة الإنسان فى السفر جواً إلى زمن بعيد . وقد كان الاغريق القدماء من أوائل الذين فكروا فى الانتقال جواً . وربما تتذكر الخرافة الشائعة عن ديدلاس واكاسوس اللذين حاولا الطيران بأجنحة من الريش . ثم اخترع البالون حوالى عام ١٨٠٠ . أما اليوم ، فان الطائرات هى إحدى وسائل الانتقال السريعة المحبوبة .

وقد قام أورفيل رايت فى عام ١٩٠٣ بأول تحليق بطائرة . وبقى فى الجو لمدة عدة ثوانى ولكنها كانت بالغة الأهمية نظراً للطريقة التى تحكم بها فى موازنة الطائرة . إذ ربطت حبال بأطراف الأجنحة لتغيير شكلها . وبذلك يمكن التحكم فى الطاقة الرافعة لكل جناح . وكان هناك جناح صغير فى المقدمة وقابل للحركة ، يستخدم فى تحريك الطائرة إلى أعلى أو إلى أسفل . وأصبحت الآن هذه العوامل الأساسية فى التحكم أجزاء كل طائرة تطير اليوم . وقد كان هناك بالطبع كثير من التحسينات منذ أن قدم أورفيل رايت وأخوه ويلبر رايت للتاريخ أول طائرة نجحت فى الطيران .

تجربة ١٤٧

كيف تبين سبب تحليق طائرة فى الجو ؟

امسك بكلتا يديك قطعة كبيرة من الورق وضعها أمام ذقنك بحيث يكون سطحها العلوى المقوس تحت أنفك مباشرة . أطلق زفيرك بانتظام على الورقة ولاحظ حركة الورقة . ويمكنك رؤية تأثير ذلك على الورقة جيداً إذا نظرت إلى مرآة . اخفض الآن الورقة حتى تصير تحت شفتيك مباشرة كما هو مبين فى شكل ١٧٩ . اطلق زفيرك مرة أخرى بانتظام على جزء الورقة المقوس إذا كنت قد ضبطت وضع الورقة جيداً ، فسيسبب الهواء الخارج من رئتيك استواء جزء الورقة السفلى واهتزازه بعنف .

(شكل ١٧٩)

فعندما أطلقت زفيرك فى أول مرة ، تحركت الورقة لأن الهواء سقط على سطحها السفلى . وعندما أطلقت زفيرك فى المرة الثانية ، حاول التيار الهوائى الذى فوق الورقة المقوسة أن يسرى فى خط مستقيم . ونظراً لأن تيار الهواء الخارج من رئتنا مدفوع فى جزيئات هوائية أخرى ، فانه يمر فوق السطح المقوس العلوى ، خافضاً ضغط الهواء على السطح العلوى . وبذلك يكون ضغط الهواء تحت الورقة أكبر من ضغطه فوقها ولذلك ترتفع الورقة .

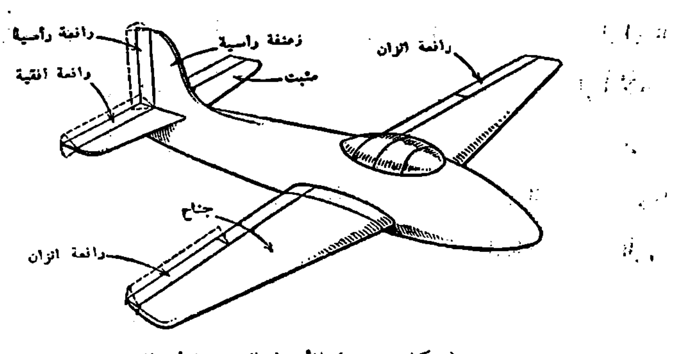
ويحدث نفس التأثير على جناح طائرة عندما تكون الطائرة متحركة . ويحدث الضغط الكبير الذى تحت الجناح معظم القوة التى ترفع الطائرة . وتطير الطائرات لأن للهواء قصوراً ذاتياً . وللمحرك الدائر سطح مستو فى مؤخرة النصل . ويدفع الهواء المحرك ذا الحركة البرمية إلى الأمام . ويزداد فرق الضغطين العلوى والسفلى على الجناح كلما ازدادت الطائرة من سرعتها . ويجب على كل طائرة أن تواصل الحركة حتى تحصل على الفرق فى الضغطين وإلا سقطت نظراً لصغر القوة الرافعة فى هذه الحالة .

التحركات التى يتحكم فيها الذنب

يتحكم فى تحركات طائرة تطير فى الجو إلى أعلى وإلى أسفل بوساطة روافع متحركة موجودة فى الذنب . ويرفع ضغط الهواء الذنب عندما تحرك الروافع الأفقية إلى أسفل . وبرفع هذه الروافع يحرك الذنب إلى أسفل فى حين أن مقدمتها تتحرك إلى أعلى . ويتحكم فى الاتجاه التقدمى للطائرة بوساطة الرافعة الرأسية . إذ يدير قائد الطائرة الرافعة الرأسية فى الاتجاه الذى يريد أن تتحرك فيه مقدمة الطائرة .

تحركات الجناح

توجد قطعتان متحركتان مثبتتان أفقياً فى طرفى الجناحين يساعدان فى حفظ توازن الطائرة ، ويسميان روافع اتزان . فاذا انخفضت إحداهما ، ارتفعت الأخرى وعندما تنخفض احدى روافع الاتزان ، يميل جسم الطائرة كله ويرتفع هذا الجناح عن مستوى الجناح الآخر .



(شكل ١٨٠) الأجزاء الرئيسية فى طائرة

ولدراسة الأجزاء الرئيسية فى الطائرة ومواضعها ، ادرس شكل ١٨٠ . وتخيل أن الطائرة تطير فى الجو عندما تنظر إليها . وأن تيارات الهواء متحركة فوق كل أسطح الطائرة .

تساعد الأجنحة الطائرة أثناء طيرانها . ومثبتات الذنب صلبة متماسكة وتحفظ الذنب من التذبذب إلى أعلى وإلى أسفل . كما تمنع الزعنفة الرأسية

الذنب من التحرك بسرعة إلى اليمين وإلى اليسار . ويتم توجيه الطائرة بوساطة الرافعة الرأسية بالذنب وبذلك يتحكم فى الاتجاه التقدمى للطائرة . وتؤثر الروافع فى وضع الذنب إلى أسفل أو إلى أعلى لكى ترتفع الطائرة أو تنخفض أثناء الطيران . وتساعد رافعة الاتزان فى الجناح على إمالة الأجنحة أثناء الدوران .

ومنذ ربع قرن ، كان يستخدم فى بلادنا طريق جوى واحد عبر القارة . أما اليوم فهناك خطوط جوية للركاب والبريد تربط نحو ثلاثمائة مدينة فى جميع أنحاء الثمانى والأربعين الولاية ، تربطها بعضها ببعض .

ولأحد مراكز النقل الكبيرة مكان لهبوط طائرات الركاب تبلغ مساحته ميل مربع . ويزيد أطول مدرج أرضى للطائرات عن ميل بين ركنين متقابلين للمربع . وتتقاطع المدارج الأرضية للطائرات مع المدرج الأطول نظراً لتغير اتجاه الريح ، ولأن الطائرات تهبط على المكان وترحل عنه أثناء هبوب الريح .

ويستخدم فى صناعة الطيران ميكانيكيون وقائدو طائرات وموظفو صرف تذاكر السفر وموظفون مختصون بتسليم الأمتعة للمسافرين وموزعو وموظفو لاسلكى ومهندسون واخصائيون جويون للتنبؤات الجوية .

البالونات

البالونات أخف من الهواء . فالحقائب الخفيفة الوزن هى التى تملىء بغاز أخف من الهواء . ولذلك فهى تزيح كمية من الهواء ذات وزن أكبر من وزنها نفسها . ولهذا يرفع البالون ضغط الهواء الكبير الذى تحته تبعاً لقاعدة ارشميدس التى تفسر أيضاً سبب طفو أو انفجار الأجسام فى الماء . وترفع البالونات فى الهواء إلى أعلى كما تدفع فقاعة هوائية إلى سطح سائل . وتتحرك بعض البالونات مع التيارات الهوائية كما أن للبعض الآخر محركات موتورية تستطيع بها أن تتحرك مباشرة فى عكس اتجاه رياح قوية . وقد حمل مثل هذا البالون المسافرين والبضائع حول العالم فى عشرين يوماً تقريباً . وتسمى البالونات ذات الموتورات الصغيرة بالبليمب . وقد استخدمت بعض هذه البالونات فى

الحروب الحديثة للبحث عن الغواصات بالقرب من المناطق الساحلية . كما ثبت بعضها الآخر جيداً فى الأرض بوساطة كابلات وساعدت فى هجمات مباشرة للطائرات الحربية . وكانت الطائرات الشراعية تقطر أثناء الحرب فى الجو بوساطة طائرات ذات محركات لتحمل الجنود ولتمدهم دائماً بالطعام والمعدات . وقد وجدت بعض فوائد للطائرات الشراعية فى وقت السلم .

طائرات الهليكوبيتر وطائرات الأوتوجيرو

لطائرات الهليكوبيتر والأوتوجيرو محركات تدور أفقياً فوق الأجنحة . وهى تطير بسرعات صغيرة ولمسافات قصيرة . ونظراً لأن طائرات الهليكوبيتر والأوتوجيرو تستطيع الارتفاع عمودياً ، لذا فهى تستخدم فى أعمال الإنقاذ حيث لا يوجد هناك طرق أو مطارات . والفرق الرئيسى بين الأوتوجيرو والهليكوبيتر هو أن المحرك الأفقى فى طائرة الأوتوجيرو لا تحركه طاقة آلية ولكنه يدور بوساطة التيارات الهوائية التى تتكون عندما تتحرك الطائرة إلى الأمام .

اختبر معلوماتك

١ — ما هو الجزء الرئيسى الذى أداه الأخوان رايت إلى النقل الجوى ؟
٢ — كيف ترتفع طائرة فى الجو ؟
٣ — كيف يتحكم فى طائرة محلقة فى الجو ؟
٤ — عرف : رافع طائرة ، طائرة شراعية ، بالون ، هليكوبيتر ، أوتوجيرو ، بليمب .
٥ — لماذا يجب أن تستمر طائرة محلقة فى التحرك ؟
٦ — اذكر بعض استخدامات للبالونات وللبالونات البليمب وللطائرات الشراعية ولطائرات الهليكوبيتر ولطائرات الأوتوجيرو .

وسائل النقط والطاقة

بعد تجارب عديدة ، تمكنت وسائل النقل الحديثة من التحكم فى الطاقة لتمكن من انتقالنا بالسيارات والقطارات والسفن والطائرات . وفى آلات

مركبات النقل الحديثة ، تتحول الطاقة الكيمية إلى طاقة حرارية ثم إلى طاقة ميكانيكية .

وتتحول الطاقة الكهربية إلى طاقة ميكانيكية فى الآلات التى تحرك غواصة أثناء وجودها تحت الماء . وتستخدم الطاقة الكيمية لزيت الوقود فى شحن البطاريات المركمية الكبيرة الموجودة بالغواصة .

ولم تكن قاطرات السكك الحديدية فى أول الأمر سوى آلات بخارية على عربات . كما أن أولى السيارات كانت آلات بترولية مثبتة على عربة بمقعد واحد تتحرك بواسطة سلاسل دراجات . وقد تطورت الطائرات والقاطرات والسيارات فى أقل من قرن واحد وأصبحت مركبات انسيابية تستغل طاقة الوقود المحترق والغازات المحبوسة .

وقد قدر أن جالوناً من البترول يعطى طاقة قدرها ١٠٠ مليون قدم . باوند – تكفى لتحريك سيارة صغيرة مسافة تزيد عن ٤٠٠ ميل . وتبين الحقيقة أننا نادراً ما نقطع مسافة تزيد عن عشرين ميلا عند استهلاك جالون بترول فى آلة السيارة . أن تحكمنا فى الطاقة المستخدمة فى الانتقال ما زالت غير مرضية . وربما سيساعد بعضكم فى المستقبل فى حل المشاكل التى ما زالت موجودة .

ملخص للنقاط الهامة

المسألة الأولى

تساعد الوصلة المفصلية بالسيارة فى نقل طاقة الآلة إلى العجلات الخلفية بمساعدة وصلات التروس ووصلات تروس منظم السرعة .

وكثير من الوصلات المفصلية تستخدم ألواح احتكاك ، ويستخدم بعضها الآخر حركة مائع .

تساعد وصلات التروس فى التغلب على القصور الذاتى وفى ضبط سرعة العجلات الخلفية إلى سرعة السيارة أو إلى سرعة آلة اللورى .

ويحتاج إلى وصلات تروس متغيرة لتغير اتجاه الطاقة المؤثرة على المحور الخلفى . كما أنها تسمح لإحدى العجلات الخلفية بالدوران أسرع من العجلة الأخرى عندما تتحرك المركبة فى مسار منحنى .

تستخدم أجهزة فرامل هيدروليكية فى أغلب السيارات وتستخدم اللوريات الثقيلة عادة فرامل هوائية .

المسالة الثانية

يدفع جسم مغمور فى الماء إلى أعلى بقوة مساوية لوزن الماء الذى أزاحه الجسم . وهذه هى قاعدة ارشميدس .

مصادر الطاقة فى كثير من السفن هى التربينات البخارية وآلات الديزل والموتورات الكهربية .

المسالة الثالثة

تعتمد القوة التى ترفع الطائرة فى الهواء على حجم وشكل أجنحتها .

تساعد روافع الذنب وروافع اتزان الجناحين فى التحكم فى طيران الطائرة .

ترتفع البالونات فى الهواء تبعاً لقاعدة ارشميدس . إذ أنها تزيح هواء وزنه أكبر من وزنها .

تدور محركات طائرات الهليكوبيتر وطائرات الأوتوجيرو أفقياً .

اسئلة للمناقشة

١ – اشرح لماذا يجب أن يكون للسيارات واللوريات والأوتوبيسات وصلات تروس لتغيير السرعة .

٢ – لماذا يستطيع أن يطفو شخص ما على ماء محيط بسهولة أكثر عما إذا كان فى نهر أو فى حمام سباحة ؟

٣ – ماذا تصير إليه طاقة الفحم عندما يحترق فى آلة قاطرة سكة حديد ؟

٤ – تغطى بعض السفن الحربية بألواح من الصلب يزيد سمكها عن قدم واحدة . فسر كيف يمكن لمثل هذه السفينة الثقيلة أن تطفو .

٥ — ما هى التغيرات التى حدثت فى السيارات وساعدت على زيادة سرعاتها ؟
٦ — اذكر فائدة كل من الأجزاء الهامة فى الطائرة .
٧ — كيف أثر تحسين الطرق فى الحياة الحديثة ؟

تمرين على حل المسائل

عندما فكرت عائلة ووكر فى رحلة عطلة الصيف من أوهيو إلى كاليفورنيا ، طلب مستر وولكر من ويلما أن تسجل كل المصروفات . وقد ساعدها على تحضير خريطة فى مفكرة لتسجيل المسافة المقطوعة بالأميال والبترول والزيت المشترين وثمن الوجبات وفواتير الفندق وبعض الأشياء الأخرى . وقال لويلما « سأشترك فى قيادة السيارة مع والدتك وعليك أن تقرأى الخريطة وتدفعى الفواتير » ثم أردف قائلا « وسأضع كل صباح مبلغ ٣٠ دولاراً فى الحقيبة ويجب أن تكفى ثلاثة أشخاص » .

وعند طرف صحراء وادى الموت حيث كانت درجة الحرارة ١٠٩° ، طلب مستر وولكر من عامل محطة البنزين أن يختبر الضغط فى كل عجلة ليكون ٢٥ رطلا على البوصة المربعة . وفى وقت متأخر من عصر ذلك اليوم ، توقف مستر وولكر للمبيت فى فندق منظر الجبل . وكان الطريق مغطى بالجليد الذى كان لا يزال يتساقط .

لاحظت ويلما فى الصباح التالى أن شكل الإطارات التى فى الجهة اليسرى للعربة يبدو غريباً . وأخذت تفكر فيما إذا كان قد حدث لها شىء أثناء الليل .

اختر من قائمة التعبيرات الآتية التعبير الذى تعتقد أنه معقول :

١ — كان إطار العجلة اليسرى الأمامية مستوياً .
٢ — بدا أن الاطارين منتفخان تماماً بالهواء .
٣ — كان الإطاران فى الجهة اليسرى من السيارة يبدوان لينين ويحتاجان إلى كمية أكثر من الهواء .

٤ – بدا الإطار الأمامى أكثر ليناً من الإطار الخلفى .

٥ – لم ينفخ الإطاران بالتساوى فى اليوم السابق .

اختر التعبيرات الآتية لتؤكد التعبير الذى اخترته من القائمة السابقة :

١ – يتوقع صانعو إطارات السيارات أن يكشف سائقو السيارات على ضغط الهواء كل صباح .

٢ – انخفضت درجة حرارة الهواء عندما قاد وولكر سيارته من الصحراء إلى الجبال .

٣ – يزن الهواء البارد أكثر من الهواء الدافىء .

٤ – الإطارات اللينة دليل على فقد الهواء منها .

٥ – عادة ما تكون إطارات السيارات مستوية فى الصباح البارد .

٦ – عندما تنخفض درجة حرارة الهواء ، يقل أيضاً حجم وضغط الهواء داخل إطارات السيارة .

٧ – يقل ضغط الهواء المحبوس عندما تنخفض درجة الحرارة .

٨ – يقل ضغط الهواء بالارتفاع عن سطح الأرض .

٩ – لا يتأثر ضغط الهواء بدرجة الحرارة .

١٠– إذا قل ضغط غاز موجود فى وعاء مقفل مرن ، فان حجمه يزداد .

تخيل نفسك مكان ويلما ، وانك قررت إجراء تجربة يمكن التحكم فيها لاختبار فروضها . اذكر المسألة واكتب فروضها . واذكر عوامل التجربة وعوامل التحكم . ما هى الأشياء التى يجب أن تسجلها أثناء الذهاب إلى كاليفورنيا خلال المنطقة الجبلية ؟

الوحدة الرابعة

أشياء أخرى لك لتعملها

مقالات يمكنك أن تعدها

١ ـ الآلات الموسيقية عند الشعوب البدائية .
٢ ـ الأصوات فى الريف .
٣ ـ الأصوات فى المدينة .
٤ ـ التخلص من الأصوات غير المرغوبة .
٥ ـ الاتصال بوساطة الهليوجراف .
٦ ـ مد كابلات عبر المحيط.
٧ ـ أصل الحروف الأبجدية الحديثة .
٨ ـ ماذا يحدث فى سنترال التليفونات ؟
٩ ـ التجارب الأولى التى أدت إلى عمل التليفون .
١٠ـ الأجهزة الحديثة فى مكتب تلغراف .
١١ـ كيف غير التليفزيون عادات الترفيه عندنا .
١٢ـ كيف ترسل الصور سلكياً ولاسلكياً .
١٣ـ الخلية الكهروضوئية .
١٤ـ نبذة عن تاريخ حياة أحد العلماء الآتية : الكسندر جراهام بل ، لى دى فورست ، روبرت فولتن ، ججليمو ماركونى ، صمويل ف . ب مورس ، ويلبر رايت ، وأورفيل رايت .
١٥ـ الجريدة الحديثة كوسيلة من وسائل الاتصال .
١٦ـ الرادار واستخداماته وقت الحرب وفى السلم .
١٧ـ قراءة الجرائد فى الإذاعة اللاسلكية .

١٨– تاريخ الطائرة .
١٩– تاريخ وتطور الآلة البخارية .
٢٠– الطائرات الحديثة .
٢١– السفر جواً فى العالم .
٢٢– الطائرة النفاثة .
٢٣– النقل المائعى للسيارات .
٢٤– استخدام اللاسلكى فى الطيران .

الكتب التى ننصح بقراءتها

Electronics for Young People. Jeanne Bendick McGraw - Hill, 1947.

مشروح فى هـــذا الكتاب ببساطة ، المبادىء الأساسية للألكترونيات واستخدامها فى الراديو والسينما والتليفزيون ، كما أنها موضحة بالرسوم والأشكال فى الفصلين ١٣ ، ١٤ .

Modern Wonder Book of Trains and Rail - roading. Norman V. Carlisle. Winston, 1946.

يشمل هذا الكتاب تاريخ قاطرات السكك الحديدية وتطوراتها منذ البداية فى الولايات المتحدة مع الاهتمام بعلم تخطيط السكك الحديدية . وفى الكتاب إرشادات لبناء نموذج لسكة حديدية كهواية مسلية .

Fun with Science. Mae Freeman and Ira M. Freeman. Random House, 1943.

يوضح تجارب مشروحة للمبادىء العلمية لعلم الصوت والموسيقى بين الصفحات ٣٥ ، ٤٠ وتشمل الأجزاء الأخرى من هذا الكتاب الملىء بالصور والأشكال تجارب مماثلة فى الميكانيكا والمغناطيسية والعوامل المؤثرة فى الطيران.

Television Simplified. Milton S. Kiver. Van Nostrand, 1955,

يشرح المؤلف فى لغة بسيطة تركيب مستقبل التليفون . كما يشمل الكتاب أيضاً على التليفزيون الملون . ويوجد فى آخر الكتاب اصطلاحات وتعبيرات مصقولة مستخدمة فى التليفزيون .

All about Broadcasting. Creighton Peet. Knopf, 1942.

مشروح فى هذا الكتاب المبادىء الأساسية للإذاعة اللاسلكية بطريقة واضحة سهلة .

Gas Turbines and Jet Propulsion for Aircraft. Godfrey G. Smith. Aircraft Books, Inc., 1946.

ستجد فيه شرحاً لأحدث أنواع آلات الاحتراق الداخلى وتصميماتها الخاصة.

Highway Practice in the United States of America. Superintendent of Documents : catalog. No. FW 2. 2:H 53/9. 50 Cents,

ستساعدك الصور والخرائط التى فى هذا الكتاب لفهم تركيب الطرق الأمريكية وتاريخها ومستواها وتصميماتها التى نفذت عليها .

Telecommunication Convention and Radio Regulations. Surperintendent of Documents : catalog. No. S 9.10 : 1901 $ 1.75.

ملخص فى هذا الكتيب القوانين المتفق عليها عام ١٩٤٧ فى اجتماع ضم ممثلى الولايات المتحدة وممثلى ٩٧ دولة أخرى لتحديد ترددات الإذاعات اللاسلكية . وما يخص الاتصالات اللاسلكية العالمية .

بحوث يمكنك أن تقوم بها

١ — ابحث فى المبادىء الأساسية العلمية التى تتحكم فى اهتزاز الأوتار .

٢ — ابحث فى المبادىء الأساسية العلمية التى تتحكم فى اهتزاز الأعمدة الهوائية .

٣ — ابحث فى المواد المختلفة العازلة للصوت .

٤ — اعمل مفتاح تلغراف بسيط ومستقبلا له .

٥ — ابحث فى الأجزاء التى تكون جهاز تليفزيون .

مطبعة مصر ٣٠٠٠/٥٧/٤٨٥٠